

HEWLETT  PACKARD

HP-65

COMMANDE NUMÉRIQUE PAC 1

Les programmes présentés dans ce fascicule, sont sans garantie d'aucune sorte. Par conséquent, la Société HEWLETT-PACKARD n'assume aucune responsabilité, consécutive ou non à l'utilisation de ces programmes ou de ce document.

SOMMAIRE

	Page
Introduction	3
Mode opératoire	7
Mise en mémoire d'un programme	9
1 Point en coordonnées cartésiennes	11
2 Point en coordonnées polaires	14
3 Intersection droite-droite	17
4 Intersection droite-cercle	20
5 Intersection cercle-cercle	22
6 Points répartis sur une droite	24
7 Points répartis sur un cercle	26
8 Points répartis sur un cercle (données différentes)	28
9 Grille de points: calcul de tous les points	30
10 Grille de points: calcul de certains points	32
11 Point sur cercle défini par son angle au centre	34
12 Points de tangence à un cercle	35
13 Cercle passant par trois points	37
14 Cercle passant par deux points (rayon donné)	39
15 Décomposition en quarts de cercle	41
16 Translations	43
17 Rotations	46
18 Rotations puis translations	48
19 Translations puis rotations	50
20 Symétrie horizontale et verticale - symétrie point	52
21 Symétrie oblique	54
22 Conversion incrémental - absolu	56
23 Conversion absolu - incrémental	58
24 Normales à une droite	60
25 Normales à un cercle	62
26 Décalage d'un point d'une droite	64
27 Décalage d'un point d'un cercle	67
28 Trajectoire décalée (segments de droite)	69
29 Trajectoire décalée (mixte)	71
30 Interpolation circulaire	75
31 Cercle tangent à deux cercles (rayon donné)	79
32 Cercle tangent à droite-cercle (rayon donné)	81
33 Cercle tangent à deux droites (rayon donné)	84
Listing des programmes	86

INTRODUCTION

Les 33 programmes de la Bibliothèque de Commande Numérique pour le HP65 couvrent les calculs difficiles ou fastidieux rencontrés en programmation manuelle. Ils ont été conçus pour diminuer le temps de préparation des bordereaux en diminuant le temps de calcul proprement dit.

Les principaux cas traités sont les suivants:

- a) calculs de points:
 - coordonnées cartésiennes ou polaires, plan ou espace.
 - intersections droite-droite, droite-cercle, cercle-cercle
- b) figures de points:
 - points sur droite, sur cercle, sur grille
 - translations, rotations, combinaisons
 - symétries
- c) calcul de cercles
 - points de tangence
 - centre d'un cercle remplissant certaines conditions
 - interpolation circulaire (mini ou maxi)
 - quarts de cercle
- d) conversions automatiques
 - incrémental / absolu
 - absolu / incrémental
- e) normales et décalages, trajectoires décalées.

ENCHAINEMENTS.

Le calcul d'un point étant effectué par un programme, il est possible de calculer des points en coordonnées incrémentales cartésiennes ou polaires par rapport à ce point sans avoir à le réintroduire.

Les deux programmes sur lesquels la plupart des résultats peuvent prêter à des enchaînements sont:

CN1 - 01 A : POINT EN COORDONNEES CARTESIENNES
CN1 - 02 A : POINT EN COORDONNEES POLAIRES

On peut enchaîner de deux manières différentes:

a) Enchaînement automatique

Le programme qui calcule les X et Y sur lesquels on désire enchaîner, mémorise automatiquement ces coordonnées:

X dans R_4 ,

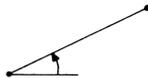
Y dans R_5

Pour enchaîner, il faut:

- 1) avoir terminé le calcul du couple (X,Y) sur lequel on désire enchaîner: Y doit avoir été affiché. On enchaîne toujours sur le dernier couple affiché.
- 2) introduire CN1 - 01A ou CN1 - 02A
- 3) faire le choix "plan"
- 4) enchaîner, c'est-à-dire introduire les incréments ($\Delta X, \Delta Y$) ou (R, θ) et presser la touche \boxed{C} (calcul de P/Pder)

Exemple:

P_2 calculé par enchaînement



P_1 mémorisé pour enchaînement

On peut alors continuer à utiliser CN1 - 01A ou CN1 - 02A. Pour utiliser la touche \boxed{B} (P/P_0) ne pas oublier de définir alors un point origine P .

b) Enchaînement semi-automatique

Le programme qui calcule X et Y du point sur lequel on désire enchaîner ne permet pas la mémorisation automatique de X dans R_4 et de Y dans R_5 , mais lorsque Y est affiché (donc dans le registre X de la pile), la valeur de X se trouve dans le registre Y de la pile. Pour enchaîner sur CN1 - 01A ou CN1 - 02A il suffit de presser les touches suivantes:

Y est affiché, presser \boxed{STO} $\boxed{5}$ \boxed{g} $\boxed{X \leftrightarrow Y}$ \boxed{STO} $\boxed{4}$

L'enchaînement est alors identique au précédent (aller en 2 des explications).

AFFICHAGE.

Tous les exemples présentés dans ce fascicule sont calculés avec les 10 chiffres significatifs (plus les deux chiffres pour un exposant éventuel) et affichés avec 3 décimales (au micron).

L'arrondi se fait seulement au niveau de l'affichage, le calcul ayant toujours lieu avec la pleine précision de dix chiffres.

Pour arrondir les résultats:

- au micron, presser DSP . 3
- au centième, presser DSP . 2 etc...

et introduire toutes les cotes en mm.

MODE D'ANGLES.

Les programmes calculent des angles en degrés décimaux si un autre mode d'angle n'est pas spécifié.

a) Pour travailler en grades:

presser g GRD et n'introduire que des angles exprimés en grades. Les angles calculés seront exprimés en grades.

b) Pour travailler en radians:

presser g RAD et n'introduire que des angles en radians. Les angles calculés seront exprimés en radians.

c) Notation degrés, minutes, secondes:

un angle introduit en notation D·MS doit être transformé en l'unité d'angle choisie dans le calcul (degrés décimaux, grades ou radians décimaux):

angle affiché en notation D·MS ;

presser f⁻¹ +D·MS pour le transformer

Réciproquement un angle calculé en notation décimale peut être transformé en D·MS de la manière suivante:

- 1) DSP . 4 pour avoir les secondes
- 2) f +D·MS donne des degrés, minutes, secondes

NB: Un mode d'angle ne peut être changé que:

- par la commande d'un autre mode
- par la mise à l'arrêt de la machine

Lors de la mise en marche, la machine travaille automatiquement en degrés décimaux.

CALCULS INTERMEDIAIRES.

Il est généralement possible de faire des calculs dans la pile avant de demander l'exécution d'un programme.

Dans ce cas il faut s'assurer:

- 1) que les données sont en bonne position dans la pile au moment où la touche alphabétique de commande du programme est pressée
- 2) que les calculs intermédiaires n'ont pas enlevé de la pile les données introduites avant ces calculs. (montée intempestive qui perd le contenu de T)

INTRODUCTION DE DONNEES IDENTIQUES.

Il ne suffit pas de presser **ENTER↑** pour introduire une donnée qui se répète (exemple: cercle Xc = 10 Yc = 20 R = 20). La pile n'est pas validée et la dernière donnée contenue dans X risque d'être remplacée si le programme commence par exemple par **RCL** **3** ou **2** **+** etc...

Il faut presser les touches de données pour toutes les coordonnées introduites.

Exemple: Xc **↑** Yc **↑** R **A**

et non pas Xc **↑** Yc **↑** **A**

si Yc = R (**A** est la touche d'exécution)

MODE OPÉRATOIRE

Le mode opératoire se présente sous la forme d'un tableau comprenant cinq colonnes.

Ci-dessous figure un exemple de mode opératoire:

NO.	INSTRUCTION	DONNEE	TOUCHES	RESULTAT
1	Introduire le programme		<input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>	
2	Vider les registres		A <input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>	
3	Effectuer 3-4 pour $i=1\dots n$	a_i	↑ <input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>	
4		b_i	B <input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>	
5			C <input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>	Réponse
	Pour un nouveau cas, aller en 2		<input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 30px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>	

Pour suivre les instructions, commencer par la ligne numéro 1 et lire de gauche à droite en effectuant les opérations indiquées au fur et à mesure que vous avancez. Les lignes sans numéros comportent des notes spéciales destinées à l'utilisateur et figurant entre parenthèses dans la colonne "INSTRUCTIONS".

L'instruction "Pour un nouveau cas, aller en 2" qui se trouve au-dessous de la ligne 5 dans l'exemple ci-dessus constitue une note spéciale.

Les lignes doivent être lues dans un ordre séquentiel sauf lorsque la colonne "INSTRUCTIONS" indique de procéder autrement. Par exemple "aller en 2" signifie que l'on sautera à la ligne 2. Certaines instructions sont à répéter un certain nombre de fois, en particulier pour des séries de données à introduire ou de résultats à afficher. Dans l'exemple ci-dessus "effectuer 3-4 pour $i=1,\dots,n$ ", signifie exécuter la boucle (ligne 3 et ligne 4) n fois. La première fois, la variable factice i prend la valeur 1; la seconde fois, i prend la valeur 2 etc...

Normalement, comme dans l'exemple ci-dessus, la première instruction est "Introduire le programme" ce qui signifie: insérer la carte magnétique pré-programmée (voir page 6: mise en mémoire d'un programme); certaines instructions se suffisent elles-mêmes, et peuvent être exécutées en lisant la colonne "INSTRUCTIONS" seule; par exemple "Introduire le programme". D'autres dépendent de l'information fournie par les colonnes DONNEES et/ou TOUCHES.

A la ligne 2 de l'exemple ci-dessus, "Vider les registres" apparaît dans la colonne "INSTRUCTIONS" et A figure dans la colonne "TOUCHES", ce qui signifie que vous devez vider les registres de travail en appuyant sur la touche  .

La colonne "DONNEES" précise les données à fournir. Les opérations illicites telles que division par zéro, extraction de racine carrée d'un nombre négatif, etc... provoquent le clignotement de l'affichage. Lorsque des arguments sont en dehors des spécifications d'un certain programme, on obtient soit des réponses incorrectes, soit un clignotement de l'affichage. Lorsqu'une valeur calculée dépasse la capacité du calculateur, le programme s'arrête.

La colonne "TOUCHES" indique les touches sur lesquelles il faut appuyer.  est le symbole utilisé pour indiquer la touche "ENTREE". Tous les autres symboles figurant dans cette colonne sont identiques à ceux du HP-65. Ne pas tenir compte des positions en blanc dans la colonne "TOUCHES".

La colonne "RESULTAT" donne les résultats intermédiaires ou définitifs. A la ligne 5 de l'exemple, la réponse sera affichée après avoir appuyé sur la touche  .

MISE EN MÉMOIRE D'UN PROGRAMME

Prendre une carte programme.

Placer le commutateur W/PRGM-RUN sur la position RUN.

Mettre le commutateur OFF-ON sur la position ON:
affichage de 0.00.

Introduire doucement la carte (côté imprimé au-dessus) dans la fente inférieure droite. Quand la carte est partiellement engagée, le moteur l'entraîne et la fait ressortir du côté gauche du calculateur. Dans le cas où le moteur tourne sans entraîner la carte, enfoncer légèrement la carte dans la machine. Ne jamais forcer, ni empêcher son mouvement. En cas de lecture incorrecte, l'affichage clignote. Appuyer alors sur la touche  , puis réintroduire la carte.



Lorsque le moteur s'arrête de tourner, sortez la carte de la machine et placez-la dans la fenêtre (fente supérieure droite) du calculateur.

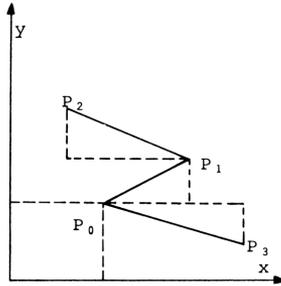
Le programme occupe alors la mémoire-programme de votre HP-65 et il y restera jusqu'à ce qu'une autre carte soit introduite, ou que vous arrêtez le calculateur.



Note : La bibliothèque de programmes Commande Numérique ayant été développée en France, nous ne sommes pas en mesure de vous fournir des cartes magnétiques enregistrées. Nous vous prions donc d'enregistrer les cartes vous-même, ce qui représente peut-être un surcroît de travail mais est un excellent exercice pour se familiariser avec cette bibliothèque.

POINT EN COORDONNEES CARTESIENNES
(PLAN OU ESPACE)

POINT EN COORDONNEES CARTESIENNES CN 1-01A (PLAN OU ESPACE)					
◀	P ₀	P/P ₀	P/P _{der}	plan	espace



Ce programme calcule les coordonnées de tout point du plan ou de l'espace connu par ses coordonnées incrémentales par rapport à un point de référence.

On a le choix initial suivant :

- calculs dans le plan (XY) : touche **[D]** (2 affiché)
- calculs dans l'espace (XYZ) : touche **[E]** (3 affiché)

Le point de référence d'un calcul peut être :

- un point fixe : P₀.
- le dernier point calculé, mémorisé dans le calculateur : P_{der}

On peut changer le point fixe P₀. Tout changement du choix plan ou espace doit s'accompagner de l'introduction d'un P₀. Toute tentative de calcul de trois coordonnées avec un choix initial plan se soldera par un clignotement de l'affichage.

NOTATIONS ET FORMULES:

- Choix "plan"

$$P_0 \begin{vmatrix} X \\ Y \end{vmatrix}$$

$$P/P_0 \begin{vmatrix} X = X_0 + \Delta X \\ Y = Y_0 + \Delta Y \end{vmatrix} \quad P/P_{der} \begin{vmatrix} X = X_{der} + \Delta X \\ Y = Y_{der} + \Delta Y \end{vmatrix}$$

(Après chaque calcul P est mémorisé en P_{der})

- Choix "espace"

$$P_0 \begin{vmatrix} X \\ Y \\ Z \end{vmatrix}$$

$$P/P_0 \begin{vmatrix} X = X_0 + \Delta X \\ Y = Y_0 + \Delta Y \\ Z = Z_0 + \Delta Z \end{vmatrix} \quad P/P_{der} \begin{vmatrix} X = X_{der} + \Delta X \\ Y = Y_{der} + \Delta Y \\ Z = Z_{der} + \Delta Z \end{vmatrix}$$

(Après chaque calcul P est mémorisé en P_{der})

EXEMPLE:

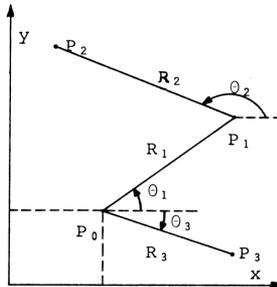
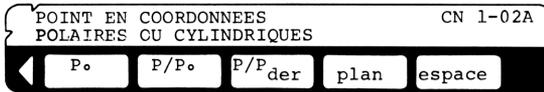
	Point	ΔX	ΔY	Réf.	X	Y
PLAN	P ₁	12.47	-7.56	P ₀	12.470	-7.560
P ₀	P ₂	10.50	21.47	P ₁	22.970	13.910
	P ₃	-15	12	P ₀	-15.000	12.000

	Point	ΔX	ΔY	ΔZ	RÉF.	X	Y	Z
ESPACE	P ₁	0	10	20	P ₀	10.000	30.000	50.000
P ₀	P ₂	-20	12	15	P ₁	-10.000	42.000	65.000
	P ₃	-10	-20	-30	P ₀	0.000	0.000	0.000

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Choix initial :		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	. calcul dans le plan		D <input type="text"/>	2.000
	. calcul dans l'espace		E <input type="text"/>	3.000
3	Entrer le point fixe P ₀		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	correspondant:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	. plan	X ₀	↑ <input type="text"/>	
		Y ₀	A <input type="text"/>	1.000
	. espace	X ₀	↑ <input type="text"/>	
		Y ₀	↑ <input type="text"/>	
		Z ₀	A <input type="text"/>	1.000
4	Calcul d'un point P*P ₀		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	. plan	ΔX	↑ <input type="text"/>	
		ΔY	B <input type="text"/>	X
			R/S <input type="text"/>	Y

NO	INSTRUCTIONS	DONNEES	TOUCHES		RÉSULTATS
	. espace	ΔX	↑		
		ΔY	↑		
		ΔZ	B		X
			R/S		Y
			R/S		Z
5	Calcul d'un point P%derP				
	. plan	ΔX	↑		
		ΔY	C		X
			R/S		Y
	. espace	ΔX	↑		
		ΔY	↑		
		ΔZ	C		X
			R/S		Y
			R/S		Z

POINT EN COORDONNEES
POLAIRES OU CYLINDRIQUES



Ce programme calcule les coordonnées de tout point du plan connu par ses incréments polaires par rapport à un point de référence, ou les coordonnées de tout point de l'espace connu par ses coordonnées incrémentales cylindriques par rapport à un point de référence.

On a le choix initial suivant :

- calculs dans le plan (XY) : touche **D** (2 affiché)
- calculs dans l'espace (XYZ) : touche **E** (3 affiché)

Le point de référence d'un calcul peut être :

- un point fixe : P₀.
- le dernier point calculé et mémorisé : P_{der}

On peut changer de point fixe P₀. Tout changement du choix plan ou espace doit s'accompagner de l'introduction d'un nouveau point fixe P₀. Toute tentative de calcul de trois coordonnées avec un choix initial plan se soldera par le clignotement de l'affichage.

NOTATIONS ET FORMULES :

Choix "plan" (coordonnées polaires) P₀ $\begin{cases} X_0 \\ Y_0 \end{cases}$

$$P/P_0 \quad \begin{cases} X = X_0 + R \cos \theta \\ Y = Y_0 + R \sin \theta \end{cases} \quad P/P_{der} \quad \begin{cases} X = X_{der} + R \cos \theta \\ Y = Y_{der} + R \sin \theta \end{cases}$$

(Après chaque calcul P est mémorisé en P_{der})

Choix "espace" (coordonnées
cylindriques) $P_0 \begin{cases} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{cases}$

$$P/P_0 \begin{cases} X = X_0 + R \cos \theta \\ Y = Y_0 + R \sin \theta \\ Z = Z_0 + \Delta Z \end{cases} \begin{matrix} P/P_{der} \\ \\ \end{matrix} \begin{cases} X = X_{der} + R \cos \theta \\ Y = Y_{der} + R \sin \theta \\ Z = Z_{der} + \Delta Z \end{cases}$$

(Après chaque calcul P est mémorisé en P_{der})

ENCHAÎNEMENT : automatique avec CN 1 - 01 A

EXEMPLE :

Plan	Point	R	θ	Réf.	X	Y
P_0	0 P_1	10	30°	P_0	8.660	5.000
	P_2	25	-47°	P_1	25.710	-13.284
	0 P_3	0.4	270°	P_0	0.000	-0.400

Espace	Point	R	θ	ΔZ	Réf.	X	Y	Z
P_0	0 P_1	10	30°	-10	P_0	8.660	5.000	0.000
	0 P_2	25	-47°	50	P_1	25.710	-13.284	50.000
	10 P_3	0.4	-90°	-20	P_0	0.000	-0.400	-10.000

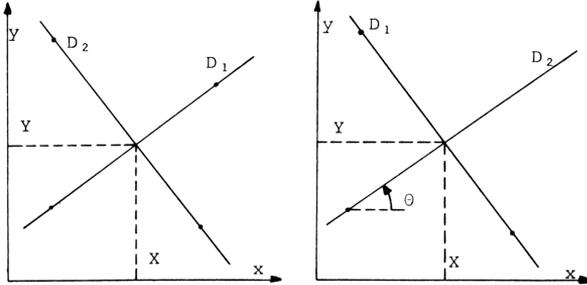
NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Choix initial :		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	. plan		D <input type="text"/>	2.000
	. espace		E <input type="text"/>	3.000
3	Entrer le point P_0 .		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	. plan	X_0	↑ <input type="text"/>	
		Y_0	A <input type="text"/>	1.000

(continuation page suivante)

continuation

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES		RÉSULTATS
	. espace	X ₀	↑		
		Y ₀	↑		
		Z ₀	A		1.000
4	Calcul de P & P ₀				
	. plan	R	↑		
		θ	B		X
			R/S		Y
	. espace	R	↑		
		θ	↑		
		ΔZ	B		X
			R/S		Y
			R/S		Z
5	Calcul de P & P _{der}				
	. plan	R	↑		
		θ	C		X
			R/S		Y
	. espace	R	↑		
		θ	↑		
		ΔZ	C		X
			R/S		Y
			R/S		Z

INTERSECTION DROITE-DROITE



Ce programme calcule les coordonnées X et Y du point d'intersection de deux droites du plan.

Chaque droite peut être introduite de deux manières :

- comme passant par deux points (D = P+P)
- comme passant par un point et faisant un angle donné avec l'axe des X (D = P+A)

L'affichage clignote si les droites sont parallèles (sauf si elles sont verticales)

Une droite verticale ne peut être introduite que comme passant par deux points.

NOTATIONS ET FORMULES :

Quelle que soit la forme d'introduction, les deux droites sont stockées en mémoire sous la forme :

$$\begin{array}{l}
 D_1 = \{X_1, Y_1, \text{tg}\theta_1\} \\
 D_2 = \{X_2, Y_2, \text{tg}\theta_2\}
 \end{array}
 \quad
 \left\{
 \begin{array}{l}
 \text{tg}\theta_1 = 10^8 \text{ si } D_1 \text{ verticale} \\
 \text{tg}\theta_2 = 10^8 \text{ si } D_2 \text{ verticale}
 \end{array}
 \right.$$

Si aucune des droites n'est verticale, l'intersection est donnée par :

$$X = \frac{X_1 \text{tg}\theta_1 - X_2 \text{tg}\theta_2 + Y_2 - Y_1}{\text{tg}\theta_1 - \text{tg}\theta_2}$$

$$Y = Y_1 + (X - X_1) \text{tg}\theta_1$$

Si une des droites est verticale, la solution sera :

$$D_1 \text{ verticale : } \begin{cases} X = X_1 \\ Y = Y_2 + (X - X_2) \text{tg} \theta_2 \end{cases}$$

$$D_2 \text{ verticale : } \begin{cases} X = X_2 \\ Y = Y_1 + (X - X_1) \text{tg} \theta_1 \end{cases}$$

ENCHAÎNEMENT : automatique sur CN 1 - 01 A et 02 A.

EXEMPLE :

- . D₁ passe par les points $\begin{vmatrix} 10 \\ 20 \end{vmatrix}$ et $\begin{vmatrix} 40 \\ 30 \end{vmatrix}$
- . D₂ passe par les points $\begin{vmatrix} -10 \\ 30 \end{vmatrix}$ et $\begin{vmatrix} 50 \\ 0 \end{vmatrix}$

Le point d'intersection de D₁ et D₂ est $\begin{vmatrix} X = 10.000 \\ Y = 20.000 \end{vmatrix}$

- . D₁ est verticale et passe par $\begin{vmatrix} 0 \\ 0 \end{vmatrix}$ et $\begin{vmatrix} 0 \\ 50 \end{vmatrix}$

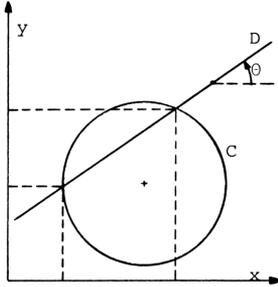
- . D₂ est oblique. Elle passe par $\begin{vmatrix} 10 \\ 20 \end{vmatrix}$ et fait un angle de 45° avec l'axe X.

Le point d'intersection de D₁ et D₂ est $\begin{vmatrix} X = 0.000 \\ Y = 10.000 \end{vmatrix}$

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Première droite		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	. par deux points	X ₁	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Y ₁	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		X ₂	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Y ₂	<input type="text"/> A <input type="text"/>	1.000
	. par point + angle	X ₁	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Y ₁	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		θ ₁	<input type="text"/> B <input type="text"/>	1.000
3	Deuxième droite		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	. par deux points	X ₃	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Y ₃	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		X ₄	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES		RÉSULTATS
	Calcul	Y_4	A		X
			R/S		Y
	par point + angle	X_3	↑		
		Y_3	↑		
	Calcul	θ_3	B		X
			R/S		Y
	Pour un autre calcul aller en 2.				

INTERSECTION DROITE - CERCLE



Ce programme calcule les deux points d'intersection d'une droite et d'un cercle donnés quand ils existent.

On peut introduire la droite de deux manières :

- droite passant par deux points (D = P+P)
- droite passant par un point et faisant un angle donné avec l'axe des X positifs (D = P+A)

Le cercle est toujours introduit par son centre et son rayon.

La droite est stockée sous la forme $D = \{X_1, Y_1, \theta_1\}$

Le cercle sous la forme $C = \{X_c, Y_c, R\}$

Les points d'intersections sont donnés par :

$$\begin{cases} X = X_1 + D_1 \cos \theta_1 \\ Y = Y_1 + D_1 \sin \theta_1 \end{cases}$$

où D_1 est l'une des racines réelles de :

$$D_1^2 - 2DD_1 \cos(\theta - \alpha) + D^2 - R^2 = 0$$

avec $D = \sqrt{(X_c - X_1)^2 + (Y_c - Y_1)^2}$ et $\alpha = \text{angle}(\vec{PX}, \vec{PC})$

On n'a pas le choix direct du point à calculer. Les deux résultats sont indépendants.

EXEMPLE :

. droite = P $\begin{vmatrix} 20 \\ 30 \end{vmatrix}$ + P $\begin{vmatrix} 0 \\ -10 \end{vmatrix}$

cercle, centre $\begin{vmatrix} 0 \\ 0 \end{vmatrix}$ rayon 50

donne $P_1 \begin{vmatrix} 26.271 \\ 42.542 \end{vmatrix}$ $P_2 \begin{vmatrix} -18.271 \\ -46.542 \end{vmatrix}$

$$. \text{ droite} = P \begin{vmatrix} -10 \\ 40 \end{vmatrix} + \text{ angle } (-60^\circ)$$

$$\text{ cercle, centre } \begin{vmatrix} 10 \\ 20 \end{vmatrix} \text{ rayon } 80$$

$$P_1 \begin{vmatrix} -36.172 \\ 85.331 \end{vmatrix} \quad P_2 \begin{vmatrix} 43.492 \\ -52.652 \end{vmatrix}$$

ENCHAÎNEMENT : semi-automatique

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Introduire la droite :		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	. par P + P	X ₁	<input type="text"/> † <input type="text"/>	
		Y ₁	<input type="text"/> † <input type="text"/>	
		X ₂	<input type="text"/> † <input type="text"/>	
		Y ₂	<input type="text"/> A <input type="text"/>	Ø
	. par P + A	X ₁	<input type="text"/> † <input type="text"/>	
		Y ₁	<input type="text"/> † <input type="text"/>	
		Ø	<input type="text"/> B <input type="text"/>	
3	Introduire le cercle	X _c	<input type="text"/> † <input type="text"/>	
		Y _c	<input type="text"/> † <input type="text"/>	
		R	<input type="text"/> C <input type="text"/>	
4	Calcul du premier point		<input type="text"/> D <input type="text"/>	X
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y
5	Calcul du second point		<input type="text"/> E <input type="text"/>	X
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y
			<input type="text"/> <input type="text"/>	

INTERSECTION CERCLE - CERCLE

INTERSECTION CERCLE - CERCLE				CN 1-05A
◀	C ₁	C ₂	P ₁	P ₂

Ce programme calcule les coordonnées X et Y des points d'intersection de deux cercles donnés C₁ et C₂, connus par leurs centres et leurs rayons.

Les points d'intersection P₁ et P₂ sont donnés par :

$$P_1 \quad \begin{cases} X = X_1 + R_1 \cos (\theta - \alpha) \\ Y = Y_1 + R_1 \sin (\theta - \alpha) \end{cases} \quad P_2 \quad \begin{cases} X = X_1 + R_1 \cos (\theta + \alpha) \\ Y = Y_1 + R_1 \sin (\theta + \alpha) \end{cases}$$

$$C_1 = \{X_1, Y_1, R_1\}$$

$$C_2 = \{X_2, Y_2, R_2\}$$

$$\theta = \text{angle } (\overrightarrow{C_1 X}, \overrightarrow{C_1 C_2})$$

$$\alpha = \arccos \frac{D^2 + R_1^2 - R_2^2}{2DR_1}$$

$$\text{avec } D = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

On n'a pas le choix direct du point à calculer.

EXEMPLE :

$$1) \quad \begin{aligned} C_1 &= \{0, 0, \text{rayon } 50\} \\ C_2 &= \{90, 30, \text{rayon } 70\} \end{aligned}$$

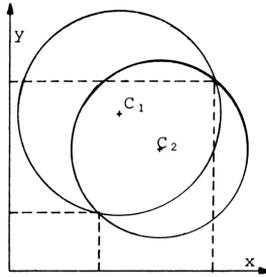
$$\text{Intersections} \quad P_1 \quad \begin{cases} 21.642 \\ 45.073 \end{cases} \quad P_2 \quad \begin{cases} 44.358 \\ -23.073 \end{cases}$$

$$2) \quad \begin{aligned} C_1 &= \{0, 0, \text{rayon } 50\} \\ C_2 &= \{10, 10, \text{rayon } 50 - 10\sqrt{2}\} \end{aligned}$$

Intersection unique (cercles tangents intérieurement)

$$P_1 = P_2 \quad \begin{cases} 35.355 \\ 35.355 \end{cases}$$

ENCHAINEMENT : automatique sur CN 1 - 01 A et CN 1 - 02 A.



NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Introduire le cercle 1	X_1	<input type="text"/> <input type="text"/>	
		Y_1	<input type="text"/> <input type="text"/>	
		R_1	<input type="text"/> <input type="text"/>	
3	Introduire le cercle 2	X_2	<input type="text"/> <input type="text"/>	
		Y_2	<input type="text"/> <input type="text"/>	
		R_2	<input type="text"/> <input type="text"/>	
4	Premier point		<input type="text"/> <input type="text"/>	X
			<input type="text"/> <input type="text"/>	Y
5	Deuxième point		<input type="text"/> <input type="text"/>	X
			<input type="text"/> <input type="text"/>	Y

POINTS REPARTIS SUR UNE DROITE

POINTS REPARTIS SUR UNE DROITE				CN 1-06A	
◀	X ₁ Y ₁ θ ₁	H,N	P ₁ →P _n	i→P _i	

Ce programme calcule les coordonnées X et Y de points équidistants les uns des autres sur une droite donnée.

DONNEES :

- . le point de départ (noté 1)

$$P_1 = \{X_1, Y_1\}$$

- . l'angle de la droite avec l'axe X positif : θ_1
- . le pas ; distance entre deux points consécutifs dans la direction de la droite : H
- . le nombre de points N du calcul automatique (le point 1 est inclus)

Un point P_i est calculé par :

$$\begin{cases} X_i = X_1 + (i - 1) H \cos \theta_1 \\ Y_i = Y_1 + (i - 1) H \sin \theta_1 \end{cases}$$

RESULTATS : Au choix et indépendamment.

- . le repère i et les coordonnées X_i et Y_i des N points (i = 1, 2, ..., N)
- . les coordonnées X_i et Y_i d'un point i à la demande.

NOTE : Grâce aux points à la demande on peut calculer des points non prévus dans les N points initiaux, en particuliers des points tels que P₁, P₀, P₃ etc... antérieurs au point de départ P₁.

ENCHAINEMENT : automatique après un résultat {X_i, Y_i}, Y_i étant affiché.

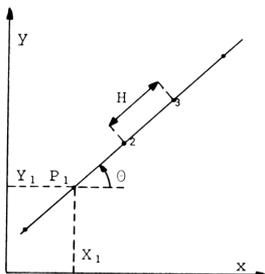
EXEMPLE : Droite définie par : P₁ $\left| \begin{array}{l} X_1 = 10 \\ Y_1 = 10 \end{array} \right. \theta_1 = -30^\circ H = 20$

- . Calcul automatique de 6 points : (N = 6)

i	1	2	3	4	5	6
X _i	10.000	27.321	44.641	61.962	79.282	96.603
Y _i	10.000	0.000	-10.000	-20.000	-30.000	-40.000

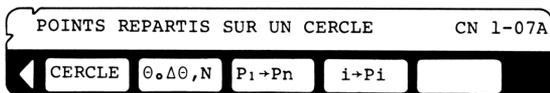
- . Points i à la demande :

$$P_0 (i = 0) \left| \begin{array}{l} -7.321 \\ 20.000 \end{array} \right. \quad P_{-1} (i = -1) \left| \begin{array}{l} -24.641 \\ 30.000 \end{array} \right. \quad \text{etc ...}$$



NO	INSTRUCTIONS	DONNEES	TOUCHES	RESULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Entrer le point 1	X_1	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Y_1	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
	et l'angle de la droite	θ_1	<input type="text"/> A <input type="text"/>	1.000
3	Entrer le pas et le	H	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
	nombre de points	N	<input type="text"/> B <input type="text"/>	2.000
4	Calcul de tous les points		<input type="text"/> C <input type="text"/>	1.000
	$i = 1 \dots N.$		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	X_1
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y_1
5	Faire 5-6-7 jusqu'au cli- gnotement de l'affichage		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	i
6			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	X_i
7			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y_i
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	FLASH
8	Calcul du point i	i	<input type="text"/> D <input type="text"/>	X_i
	2 et 3, 4 et 8 sont indépendants.		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y_i

POINTS REPARTIS SUR UN CERCLE



Ce programme calcule les coordonnées X et Y de points également répartis sur un cercle.

DONNEES :

- . le cercle (centre + rayon) = $\{X_c, Y_c, R\}$
- . l'angle origine du premier point avec l'axe X positif: θ_0 .
- . l'angle-incrément algébrique entre deux points : $\Delta\theta$
- . le nombre total N de points à calculer (premier point inclu)

Les coordonnées du point i sont données par :

$$\begin{cases} X_i = X_c + R \cos [\theta_0 + (i - 1) \Delta\theta] \\ Y_i = Y_c + R \sin [\theta_0 + (i - 1) \Delta\theta] \end{cases}$$

RESULTATS : Au choix et indépendamment

- . le repère i et les coordonnées X_i et Y_i des N points prévus ($i = 1, 2, \dots, N$)
- . Les coordonnées X_i et Y_i d'un point i à la demande

NOTE :

On peut ainsi calculer des points non prévus dans les N points initiaux, en particulier tels que P_0, P_{-1}, P_2 antérieurs au point de base P_1 .

ENCHAINEMENT : semi-automatique (voir introduction)

EXEMPLE :

Cercle de centre $\begin{vmatrix} 0 \\ 0 \end{vmatrix}$ et de rayon 100

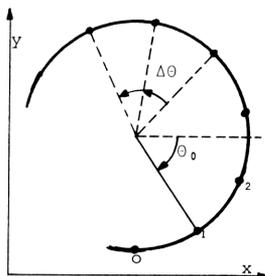
$\theta_0 = 30^\circ, \Delta\theta = -10^\circ, N = 5$

- . Calcul automatique des cinq points

i	1	2	3	4	5
X_i	86.603	93.969	98.481	100.000	98.481
Y_i	50.000	34.202	17.365	0.000	-17.365

- . Points i à la demande

$$P_0 \quad (i = 0) \quad \begin{vmatrix} 76.604 \\ 64.279 \end{vmatrix} \quad P_{-1} \quad (i = -1) \quad \begin{vmatrix} 64.279 \\ 76.604 \end{vmatrix}$$



NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Entrer le cercle	X_0	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Y_0	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		R	<input type="text"/> A <input type="text"/>	1.000
3	Entrer l'angle origine	θ_0	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
	l'incrément d'angle	$\Delta\theta$	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
	le nombre de points	N	<input type="text"/> B <input type="text"/>	2.000
4	Calcul automatique des N		<input type="text"/> C <input type="text"/>	1.000
	points ($i = 1, 2, \dots N$)		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	X_1
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y_1
5	Faire 5-6-7 jusqu'au cli-		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	i
6	gnotement de l'affichage		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	X_i
7			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y_i
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	FLASH
8	Point i à la demande	i	<input type="text"/> D <input type="text"/>	X_i
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y_i
	2 et 3 } sont indépendants 4 et 8 }		<input type="text"/> <input type="text"/>	

POINTS REPARTIS SUR UN CERCLE
(DONNEES DIFFERENTES)

POINTS REPARTIS SUR UN CERCLE				CN 1-08A
◀	CERCLE	θ_0	$N+\Delta\theta$	+Pi

Ce programme est un peu différent du programme CN 1 - 07 A. Il calcule les coordonnées X_i , Y_i de N points répartis également sur toute la circonférence d'un cercle donné. Le premier point est fixé par son angle θ_0 .

DONNEES :

- le cercle, par son centre $\begin{vmatrix} X_c \\ Y_c \end{vmatrix}$ et son rayon R
- l'angle que fait la droite joignant le centre du cercle au premier point, avec l'axe X : θ_0 .
- le nombre total de points à répartir sur le cercle.

RESULTATS :

- l'angle au centre incrémental entre deux points : $\Delta\theta$
- le repère i , les coordonnées X_i et Y_i de tous les points à calculer.

FORMULES :
$$\Delta\theta = \frac{360^\circ}{N}$$

$$\begin{cases} X_i = X_c + R \cos \theta_0 + (i - 1) \Delta\theta \\ Y_i = Y_c + R \sin \theta_0 + (i - 1) \Delta\theta \end{cases}$$

NB : Le programme continue après le calcul du N ième point : dans ce cas le point $(N + 1)$ est le point 1, le point $(N + 2)$ est le point 2, etc ...

Si N est négatif, la numérotation des points est inversée (sens horaire du point 1 au point N)

Ce programme ne calcule qu'en degrés.

ENCHAINEMENT : automatique après tout calcul d'un couple

(X_i, Y_i) sur CN 1 01 A et 02 A

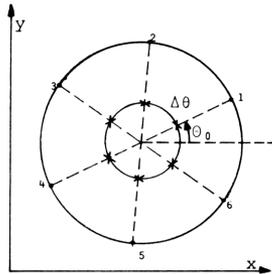
EXEMPLE :

cercle C de centre $\begin{vmatrix} 0 \\ 0 \end{vmatrix}$ et de rayon 100

$$\theta_0 = 30^\circ$$

$$N = 5 \text{ points} \qquad (\Delta\theta = 72^\circ)$$

i	1	2	3	4	5	6 = 1	7 = 2
Xi	86.603	-20.791	-99.452	-40.674	74.314	86.603	-20.791
Yi	50.000	97.815	10.453	-91.355	-66.913	50.000	97.815



NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RESULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Introduire le cercle	Xc	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Yc	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		R	<input type="text"/> A <input type="text"/>	1.000
3	Introduire l'angle initial	θ_0	<input type="text"/> B <input type="text"/>	2.000
4	Introduire le nombre N	N	<input type="text"/> C <input type="text"/>	$\Delta\theta$
5	Calcul de tous les points		<input type="text"/> D <input type="text"/>	1.000
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	X ₁
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y ₁
6	Faire 6-7-8 pour i > 1		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	i
7			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	X _i
8			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y _i

GRILLE DE POINTS :
CALCUL DE TOUS LES POINTS

GRILLE DE POINTS : CALCUL (I)					CN 1-09A
DE TOUS LES POINTS					
◀	θ_1, H_1	θ_2, H_2	N_1, N_2	X_1, Y_1	

GRILLE DE POINTS : CALCUL (II)					CN 1-09A
DE TOUS LES POINTS					
◀	$P_1 \rightarrow P_n$				

Ce programme calcule les coordonnées X et Y de tous les points d'une grille définie comme suit:

- DONNEES:
- a) première direction de la grille:
 - angle θ_1 avec l'axe X positif
 - pas algébrique H_1 dans cette direction
 - nombre total N_1 de points (y compris le premier)
 - b) deuxième direction de la grille:
 - angle θ_2 avec l'axe X positif
 - pas algébrique H_2 dans cette direction
 - nombre total N_2 de points (y compris le premier)
 - c) point de départ (noté 1) de coordonnées X et Y

Le calcul est incrémental du point 1 au point $(N_1 N_2)$. Pour chaque point on trouve:

- le repère i
- les coordonnées X_i et Y_i

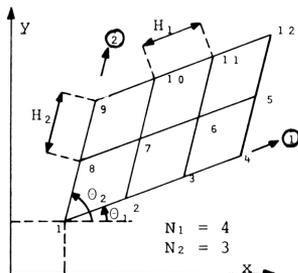
Arrêt automatique par clignotement de l'affichage.

ENCHAINEMENT: semi-automatique

EXEMPLE :

$$\begin{array}{llll} \theta_1 = 0^\circ & H_1 = 10 & N_1 = 3 & X_1 = Y_1 = 10 \\ \theta_2 = 90^\circ & H_2 = 20 & N_2 = 2 & \end{array}$$

i	1	2	3	4	5	6
X_1	10.000	20.000	30.000	30.000	20.000	10.000
Y_1	10.000	10.000	10.000	30.000	30.000	30.000



NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte I		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Première direction	θ_1	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		H_1	<input type="text"/> A <input type="text"/>	1.000
3	Deuxième direction	θ_2	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		H_2	<input type="text"/> B <input type="text"/>	2.000
4	Nombre de points	N_1	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		N_2	<input type="text"/> C <input type="text"/>	3.000
5	Origine (point 1)	X_1	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Y_1	<input type="text"/> D <input type="text"/>	4.000
6	Introduire la carte II		<input type="text"/> <input type="text"/>	
7	Démarrez le calcul		<input type="text"/> A <input type="text"/>	1.000
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	X_1
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y_1
8	Faire 8-9-10 jusqu'au clignotement		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	i
9			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	X_i
10			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y_i
	Fin du calcul		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	FLASH

GRILLE DE POINTS:
CALCUL DE CERTAINS POINTS

GRILLE DE POINTS:		CN1 - 10A		
CALCUL DE CERTAINS POINTS				
◀	θ_1, H_1	θ_2, H_2	X_1, Y_1	$i, j \rightarrow X, Y$

Ce programme, complémentaire du CN1-09A, permet le calcul de certains points d'une grille définie comme suit:

- DONNEES:
- a) première direction
 - angle θ_1 (par rapport aux X positifs)
 - pas H_1 dans cette direction
 - b) deuxième direction:
 - angle θ_2
 - pas H_2
 - c) point de départ (origine de la notation) : 11
On donne X_{11} et Y_{11}

NOTATION: matricielle, la première direction représente les lignes et la deuxième les colonnes.

$$X_{ij} = X_1 + (j-1)\Delta X_1 + (i-1)\Delta X_2$$

$$Y_{ij} = Y_1 + (j-1)\Delta Y_1 + (i-1)\Delta Y_2$$

$$\Delta X_1 = H_1 \cos\theta_1$$

$$\Delta Y_1 = H_1 \sin\theta_1$$

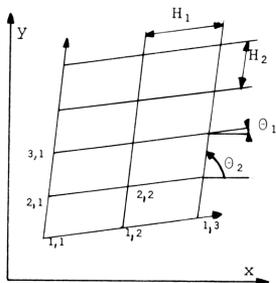
$$\Delta X_2 = H_2 \cos\theta_2$$

$$\Delta Y_2 = H_2 \sin\theta_2$$

ENCHAINEMENT: semi-automatique après un couple (X_{ij}, Y_{ij})

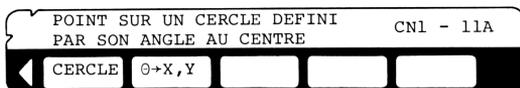
EXEMPLE: première direction $\theta_1 = 0^\circ$ $H_1 = 10$
deuxième direction $\theta_2 = 90^\circ$ $H_2 = 20$
 $X_{11} = Y_{11} = 0$

i, j	1,1	1.2	2.1	-1,3
X_{ij}	0.000	10.000	0.000	20.000
Y_{ij}	0.000	0.000	20.000	-40.000



NO	INSTRUCTIONS	DONNEES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Première direction	θ_1	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		H_1	<input type="text"/> A <input type="text"/>	1.000
3	Deuxième direction	θ_2	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		H_2	<input type="text"/> B <input type="text"/>	2.000
4	Point origine (1,1)	X_1	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Y_1	<input type="text"/> C <input type="text"/>	3.000
5	Calcul d'un point (i,j)	i	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
	à la demande	j	<input type="text"/> D <input type="text"/>	X_{ij}
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y_{ij}
	Pour un nouveau point aller en 5		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	2,3,4 sont indépendants		<input type="text"/> <input type="text"/>	

POINT SUR UN CERCLE DEFINI
PAR SON ANGLE AU CENTRE



Ce programme calcule les coordonnées X et Y d'un point situé sur un cercle donné si on connaît l'angle au centre (\vec{CP}, \vec{CX})
(C = centre du cercle, P = point à calculer)

FORMULES: cercle = (Xc, Yc, R)

angle (\vec{CP}, \vec{CX}) = θ

$$X = Xc + R \cos \theta$$

$$Y = Yc + R \sin \theta$$

ENCHAÎNEMENT : automatique

EXEMPLE: cercle de centre (0,0), de rayon 100

θ	30°	0°	90°	-57°
X	86.603	100.000	0.000	54.464
Y	50.000	0.000	100.000	-83.867

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Entrer le cercle	Xc	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Yc	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		R	<input type="text"/> A <input type="text"/>	
3	Calcul d'un point	θ	<input type="text"/> B <input type="text"/>	X
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y
	Pour un nouveau point aller en 3		<input type="text"/> <input type="text"/>	

POINTS DE TANGENCEA UN CERCLE

POINTS DE TANGENCE		CN1 - 12A		
A UN CERCLE				
◀	CERCLE	POINT	T ₁	T ₂

Ce programme calcule les coordonnées X et Y des points de tangence à un cercle des deux droites issues d'un point donné. Le cercle est introduit par son centre et son rayon; le point donné par ses coordonnées.

On n'a pas le choix direct du point à calculer. Les deux résultats sont indépendants, ainsi que les données.

Le cercle est stocké sous la forme $C = \{Xc, Yc, R\}$

Le point d'où sont issues les tangentes $A = \{Xa, Ya\}$

Les deux points de tangence T_1 et T_2 sont donnés par:

$$T_1 \begin{cases} X = Xa + D \cos(\theta + \alpha) \\ Y = Ya + D \sin(\theta + \alpha) \end{cases} \quad T_2 \begin{cases} X = Xa + D \cos(\theta - \alpha) \\ Y = Ya + D \sin(\theta - \alpha) \end{cases}$$

avec:

$$D = \sqrt{AC^2 - R^2} = AT_1 = AT_2$$

$$\theta = \text{angle}(\vec{AX}, \vec{AC})$$

$$\alpha = \text{arc sin} \frac{R}{AC}$$

ENCHAINEMENT: automatique sur CN1 - 01A et CN1 - 02A

EXEMPLES:

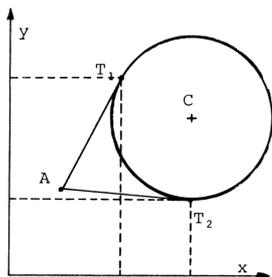
1) cercle = {0,0, rayon 50}

point = {75,0} les points de tangence sont:

$$T_1 \begin{cases} 33.333 \\ -37.268 \end{cases} \quad \text{et} \quad T_2 \begin{cases} 33.333 \\ 37.268 \end{cases}$$

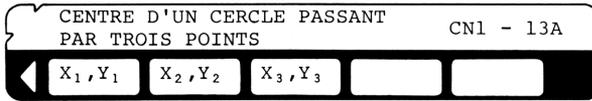
2) point = {-65,-45}, même cercle (inutile de le réintroduire). On trouve:

$$T_1 \begin{cases} -48.045 \\ 13.843 \end{cases} \quad \text{et} \quad T_2 \begin{cases} -3.955 \\ -49.843 \end{cases}$$



NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Intrôduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Introduire le cercle	X_c	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Y_c	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		R	<input type="text"/> A <input type="text"/>	
3	Introduire le point	X_a	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Y_a	<input type="text"/> B <input type="text"/>	
4	Calcul de T_1		<input type="text"/> C <input type="text"/>	X
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y
5	Calcul de T_2		<input type="text"/> D <input type="text"/>	X
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y
	Pour un nouveau point avec le même cercle aller en 3		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	2 et 3, 4 et 5 sont indépendants		<input type="text"/> <input type="text"/>	

CENTRE D'UN CERCLE PASSANT
PAR TROIS POINTS



Ce programme détermine les coordonnées X_c et Y_c ainsi que le rayon R d'un cercle passant par trois points donnés:

$$P_1 (X_1, Y_1) \quad P_2 (X_2, Y_2) \quad P_3 (X_3, Y_3)$$

FORMULES: $Y_c = \frac{K_2 - K_1}{N_2 - N_1} \quad X_c = \frac{K_2 - N_2 Y_c}{N_2 - N_1}$

$$R = \{ (X_3 - X_c)^2 + (Y_3 - Y_c)^2 \}^{\frac{1}{2}}$$

avec $K_1 = \frac{(X_2 - X_1)(X_2 + X_1) + (Y_2 - Y_1)(Y_2 + Y_1)}{2(X_2 - X_1)}$

$$K_2 = \frac{(X_3 - X_1)(X_3 + X_1) + (Y_3 - Y_1)(Y_3 + Y_1)}{2(X_3 - X_1)}$$

$$N_1 = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$$

$$N_2 = \frac{Y_3 - Y_1}{X_3 - X_1}$$

LIMITATIONS: $X_1 \neq X_2, X_1 \neq X_3$

$N_1 \neq N_2$ (les trois points ne peuvent être alignés)

ENCHAINEMENTS:

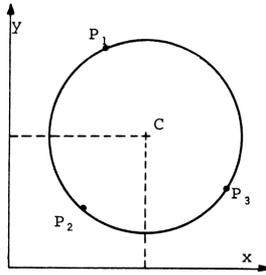
Pour enchaîner: $\boxed{\text{RCL}} \boxed{1} \boxed{\text{STO}} \boxed{4}$
 $\boxed{\text{RCL}} \boxed{2} \boxed{\text{STO}} \boxed{5}$

EXEMPLE:

$$P_1 \begin{vmatrix} 12.428 \\ -5.262 \end{vmatrix} \quad P_2 \begin{vmatrix} 21.321 \\ 38.743 \end{vmatrix} \quad P_3 \begin{vmatrix} -18.426 \\ -13.248 \end{vmatrix}$$

déterminent le centre centré en

$$C \begin{vmatrix} X_c = -11.196 \\ Y_c = 22.413 \end{vmatrix} \quad \text{et de rayon } R = 36.387$$



NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Entrer le point P ₁	X ₁	↑ <input type="text"/>	
		Y ₁	A <input type="text"/>	
3	Entrer le point P ₂	X ₂	↑ <input type="text"/>	
		Y ₂	B <input type="text"/>	
4	Entrer le point P ₃	X ₃	↑ <input type="text"/>	
		Y ₃	C <input type="text"/>	X ₀
			R/S <input type="text"/>	Y ₀
			R/S <input type="text"/>	R

CENTRE D'UN CERCLE PASSANT PAR DEUX
POINTS ET DE RAYON DONNE

CENTRE D'UN CERCLE PASSANT PAR DEUX POINTS ET DE RAYON DONNE CN1 - 14A				
◀	P ₁	P ₂	R	→C ₁ →C ₂

Ce programme calcule les coordonnées Xc et Yc des centres des deux cercles passant par deux points donnés P₁ et P₂ et de rayon donné R.

FORMULES:

$$X_c = X_m \pm A \sin \theta$$

$$Y_c = Y_m \pm A \cos \theta$$

$$X_m = \frac{X_1 + X_2}{2} \qquad Y_m = \frac{Y_1 + Y_2}{2}$$

$$A = \left\{ R^2 - \frac{(X_2 - X_1)^2}{4} - \frac{(Y_2 - Y_1)^2}{4} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

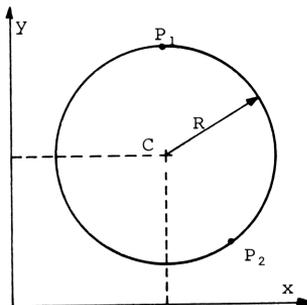
$$\theta = \text{Arc tg } \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$$

NOTE: P₁ et P₂ ne peuvent être situés sur la même verticale, ni confondus (affichage clignotant)

ENCHAÎNEMENT: semi-automatique

EXEMPLE:

P ₁ 10	P ₂ 40	R = 30
20	30	
donnent		
C ₁ 16.938	et C ₂ 33.062	
49.187	0.813	



NO	INSTRUCTIONS	DONNEES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Entrer le point P_1	X_1	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Y_1	<input type="text"/> A <input type="text"/>	1.000
3	Entrer le point P_2	X_2	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Y_2	<input type="text"/> B <input type="text"/>	2.000
4	Entrer le rayon	R	<input type="text"/> C <input type="text"/>	3.000
5	Calcul du premier cercle		<input type="text"/> D <input type="text"/>	X_{C_1}
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y_{C_1}
6	Calcul du second cercle		<input type="text"/> E <input type="text"/>	X_{C_2}
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y_{C_2}
	5 et 6 sont indépendants		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Pour d'autres calculs aller en 2		<input type="text"/> <input type="text"/>	

DECOMPOSITION EN QUARTS DE CERCLE

DECOMPOSITION EN QUARTS DE CERCLE (I)				CN1 - 15A
← Xc Yc	Xa, Ya → R	Xb, Yb → Δ		

DECOMPOSITION EN QUARTS DE CERCLE (II)				CN1 - 15A
← Xc Yc	Xa, Ya → R	Xb, Yb → Δ		

Il convient d'introduire la carte adéquate pour exécuter ce programme:

- carte I : décomposition dans le sens HORAIRE
- carte II : décomposition dans le sens ANTI-HORAIRE

Le programme donne dans tous les cas les coordonnées X_i et Y_i des i points intermédiaires entre A et B dans le sens du parcours choisi, situés sur des parallèles aux axes de coordonnées passant par le centre C. Le point B est donné comme dernier résultat si il est situé sur une de ces parallèles. L'affichage clignote quand tous les points ont été calculés.

- NOTES. 1) On décompose toujours du point A au point B dans le sens choisi
- 2) Le rayon du cercle est calculé lors de l'introduction du point A. La différence en valeur absolue $|CB - CA|$ représentant l'écart des rayons passant par A et B est affichée lors de l'introduction du point B.

Faire \boxed{DSP} $\boxed{\cdot}$ $\boxed{9}$ pour juger si la précision est acceptable: $\Delta < 0.009$ si on travaille au centième

$\Delta < 0.0009$ si on travaille au micron, etc...

Le calcul est fait avec le rayon CA.

EXEMPLES: 1) sens horaire (carte I)

$$C \begin{vmatrix} 10 \\ 20 \end{vmatrix} \quad A \begin{vmatrix} 50 \\ 30 \end{vmatrix} \quad B \begin{vmatrix} -30.605 \\ 12.840 \end{vmatrix}$$

On trouve $R = CA = 41.231$ et $\Delta = |CB - CA| = 0.00038$
 Cette valeur étant acceptable, la décomposition donne:

$$P_1 \begin{vmatrix} 51.231 \\ 20.000 \end{vmatrix} \quad P_2 \begin{vmatrix} 10.000 \\ -21.231 \end{vmatrix}$$

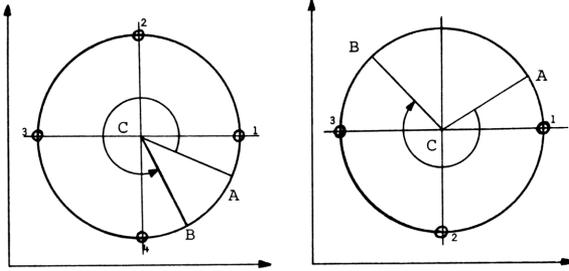
2) sens anti-horaire (carte II)

$$C \begin{vmatrix} 0 & A \\ 0 & 0 \end{vmatrix} \quad A \begin{vmatrix} 86.603 & B \\ 50.000 & -86.600 \end{vmatrix} \quad B \begin{vmatrix} -50.000 \\ -86.600 \end{vmatrix}$$

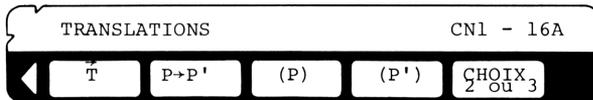
$$R = CA = 100.0004 \quad \text{et} \quad \Delta = 0.0026$$

Cette valeur est suffisante pour avoir le centième

$$P_1 \begin{vmatrix} 0.00 \\ 100.00 \end{vmatrix} \quad P_2 \begin{vmatrix} -100.00 \\ 0.00 \end{vmatrix}$$



NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	- carte I : sens HORAIRE		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	- carte II: sens ANTI-HORAIRE		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Introduire le cercle	Xc	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Yc	<input type="text"/> A <input type="text"/>	
3	Introduire le point A	Xa	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Ya	<input type="text"/> B <input type="text"/>	$R_1 = AC$
4	Introduire le point B	Xb	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Yb	<input type="text"/> C <input type="text"/>	$\Delta = BC-AC $
5	Si cette valeur est acceptable		<input type="text"/> D <input type="text"/>	X_1
	Presser <input type="text"/> R/S pour affi-		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y_1
	cher les (Xi,Yi) jusqu'		<input type="text"/> : <input type="text"/>	
	au clignotement		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	FLASH

TRANSLATIONS

Ce programme effectue des translations de vecteur \vec{T} dans le plan ou l'espace. Le choix initial, plan ou espace, se fait en pressant la touche \boxed{E} une ou deux fois:

- pour calculer dans le plan, 2 doit s'afficher
- pour calculer dans l'espace, 3 doit s'afficher

Les points P et P' peuvent être rappelés après un calcul

$$\vec{T}$$

$$P \rightarrow P'$$

ENCHAÎNEMENT: automatique

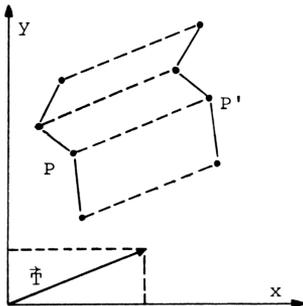
EXEMPLES 1) Calculs dans le plan XY

$$\vec{T} \begin{vmatrix} 15 \\ 25 \end{vmatrix} \quad P \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \end{vmatrix} \rightarrow P' \begin{vmatrix} 15.000 \\ 25.000 \end{vmatrix}$$

$$P \begin{vmatrix} 10 \\ -20 \end{vmatrix} \rightarrow P' \begin{vmatrix} 25.000 \\ 5.000 \end{vmatrix}$$

2) Calculs dans l'espace XYZ

$$\vec{T} \begin{vmatrix} 10 \\ 20 \\ 30 \end{vmatrix} \quad P \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix} \rightarrow P' \begin{vmatrix} 10.000 \\ 20.000 \\ 30.000 \end{vmatrix}$$



$$P \begin{vmatrix} 30 \\ 20 \\ 10 \end{vmatrix} \rightarrow P' \begin{vmatrix} 40.000 \\ 40.000 \\ 40.000 \end{vmatrix}$$

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Choix du mode de calcul		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	- plan		E <input type="text"/>	2.000
	- espace		E <input type="text"/>	3.000
	Presser <input type="text"/> jusqu'à l'affichage du nombre requis		<input type="text"/> <input type="text"/>	
3	<u>Calculs dans le plan</u>		<input type="text"/> <input type="text"/>	2.000
3.1	Introduire le vecteur \vec{T}	Xt	↑ <input type="text"/>	
		Yt	A <input type="text"/>	1.000
3.2	Introduire le point P	Xp	↑ <input type="text"/>	
		Yp	B <input type="text"/>	X'p
			R/S <input type="text"/>	Y'p
3.3	Eventuellement:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	• rappel de P		C <input type="text"/>	Xp
			R/S <input type="text"/>	Yp
	• rappel de P'		D <input type="text"/>	X'p
			R/S <input type="text"/>	Y'p
	Pour d'autres P aller en 3.2		<input type="text"/> <input type="text"/>	

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
4	<u>Calculs dans l'espace</u>		<input type="text"/> <input type="text"/>	3.000
4.1	Introduire le vecteur \vec{T}	Xt	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Yt	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Zt	<input type="text"/> A <input type="text"/>	
4.2	Introduire le point P	Xp	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	1.000
		Yp	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Zp	<input type="text"/> B <input type="text"/>	X'p
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y'p
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Z'p
4.3	Eventuellement		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	• rappel de P		<input type="text"/> C <input type="text"/>	Xp
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Yp
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Zp
	• rappel de P'		<input type="text"/> D <input type="text"/>	X'p
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y'p
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Z'p
	Pour d'autres P aller en 4.2		<input type="text"/> <input type="text"/>	

ROTATIONS

ROTATIONS			CN1 - 17A		
←	X ₀ , Y ₀	θ	P→P'	(P)	(P')

Ce programme calcule les coordonnées X et Y de points du plan obtenus par rotation d'un point donné P de l'angle θ autour d'un centre donné O.

$$P \xrightarrow{\vec{R}} P'$$

où $\vec{R} = \{\text{centre, angle}\} = \{X_0, Y_0, \theta\}$

$$P' \begin{cases} X' = X_0 + OP \cos(\theta + \alpha) \\ Y' = Y_0 + OP \sin(\theta + \alpha) \end{cases}$$

$$\alpha = \text{angle } (\vec{OX}, \vec{OP})$$

$$\theta = \text{angle de rotation (algébrique)}$$

$$OP = \sqrt{(X - X_0)^2 + (Y - Y_0)^2} \quad \text{si } P \begin{cases} X \\ Y \end{cases}$$

Le programme permet un rappel des coordonnées de P et P' après chaque calcul.

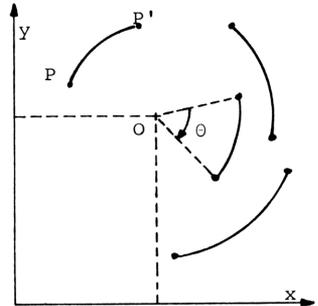
ENCHAINEMENT: automatique

EXEMPLE:

$$\vec{R} = \{\text{centre } \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \end{vmatrix}, \text{ angle } (-30^\circ)\}$$

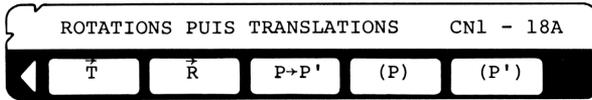
$$P \begin{vmatrix} 10 \\ 0 \end{vmatrix} \rightarrow P' \begin{vmatrix} 8.660 \\ -5.000 \end{vmatrix}$$

$$P \begin{vmatrix} 8.660 \\ 5.000 \end{vmatrix} \rightarrow P' \begin{vmatrix} 10.000 \\ 0.000 \end{vmatrix}$$



NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Entrer le centre de rotation	X_0	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Y_0	<input type="text"/> A <input type="text"/>	1.000
3	Entrer l'angle de rotation	θ	<input type="text"/> B <input type="text"/>	2.000
4	Pour chaque point à transformer	X	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Y	<input type="text"/> C <input type="text"/>	X'
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y'
5	Eventuellement:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	- rappel de P		<input type="text"/> D <input type="text"/>	X
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y
	- rappel de P'		<input type="text"/> E <input type="text"/>	X'
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y'

ROTATIONS PUIS TRANSLATIONS



Ce programme calcule les coordonnées X' et Y' d'un point P' du plan obtenu à partir d'un point P (X et Y) de la manière suivante:

- 1) rotation de centre et d'angle donnés
- 2) translation de vecteur \vec{T} du point obtenu

$$P \xrightarrow{\vec{R}} \vec{T} P'$$

$$\vec{T} = \{X_t, Y_t\}$$

$$\vec{R} = \{\text{centre, angle}\} = \{X_0, Y_0, \theta\}$$

$$P' \begin{cases} X' = X_0 + OP \cos(\alpha + \theta) + X_t \\ Y' = Y_0 + OP \sin(\alpha + \theta) + Y_t \end{cases}$$

avec $\alpha = \text{angle } (\vec{OX}, \vec{OP})$

$$OP = OP' = \sqrt{(X - X_0)^2 + (Y - Y_0)^2}$$

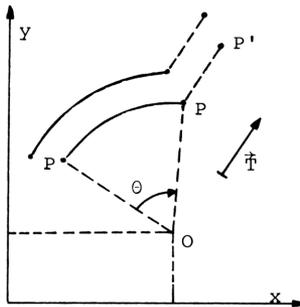
Le programme permet le rappel des coordonnées de P et P' après un calcul.

ENCHAINEMENT: automatique

EXEMPLE:

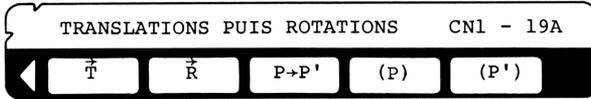
$$\vec{T} \begin{cases} 10 \\ 20 \end{cases} \quad \vec{R} = \{\text{centre } \begin{cases} 0 \\ 0 \end{cases}, \text{ angle } 30^\circ\}$$

$$P \begin{cases} 10 \\ 0 \end{cases} \rightarrow P' \begin{cases} 18.660 \\ 25.000 \end{cases}$$



NO	INSTRUCTIONS	DONNEES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Introduire la translation	Xt	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Yt	<input type="text"/> A <input type="text"/>	1.000
3	Introduire la rotation	X ₀	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Y ₀	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		θ	<input type="text"/> B <input type="text"/>	2.000
4	Pour chaque point à transformer	X	<input type="text"/> <input type="text"/>	
		Y	<input type="text"/> C <input type="text"/>	X'
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y'
5	Eventuellement		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	• rappel de P		<input type="text"/> D <input type="text"/>	X
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y
	• rappel de P'		<input type="text"/> E <input type="text"/>	X'
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y'
	2 et 3 sont indépendants		<input type="text"/> <input type="text"/>	

TRANSLATIONS PUIS ROTATIONS



Ce programme calcule les coordonnées X' et Y' d'un point P' du plan, obtenues à partir des coordonnées X et Y d'un point P donné, par la transformation suivante:

- 1) Translation du point P selon le vecteur $\vec{T} : P \rightarrow P_1$
- 2) Rotation du point P_1 autour d'un centre donné O , d'un angle donné $\theta : P_1 \rightarrow P'$

$$P \xrightarrow{\vec{T}} P_1 \xrightarrow{\vec{R}} P'$$

On se donne: $\vec{T} = \{X_t, Y_t\}$
 $\vec{R} = \{\text{centre, angle}\} = \{X_0, Y_0, \theta\}$

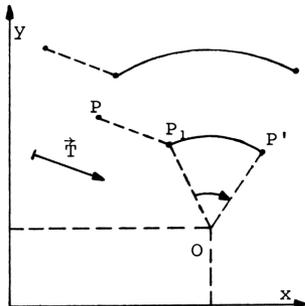
Alors: $P' \begin{cases} X' = X_0 + OP_1 \cos(\alpha + \theta) \\ Y' = Y_0 + OP_1 \sin(\alpha + \theta) \end{cases}$

avec $\alpha = \text{angle}(\vec{OX}, \vec{OP}_1)$
 $OP_1 = OP' = \sqrt{(X + X_t - X_0)^2 + (Y + Y_t - Y_0)^2}$

Le programme permet le rappel des coordonnées de P et P' après un calcul.

ENCHAINEMENT: automatique

EXEMPLE: $\vec{T} \begin{vmatrix} 10 \\ 20 \end{vmatrix}$ $\vec{R} = \{\text{centre} \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \end{vmatrix}, \text{angle } (-30^\circ)\}$



$P \begin{vmatrix} 0 \\ 10 \end{vmatrix} \rightarrow P' \begin{vmatrix} 23.660 \\ 20.981 \end{vmatrix}$
 $P \begin{vmatrix} 10 \\ 0 \end{vmatrix} \rightarrow P' \begin{vmatrix} 27.321 \\ 7.321 \end{vmatrix}$

TRANSLATION PUIS ROTATION

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Introduire le vecteur \vec{T}	Xt	<input type="text"/> <input type="text"/>	
		Yt	<input type="text"/> A <input type="text"/>	1.000
3	Introduire la rotation	Xr	<input type="text"/> <input type="text"/>	
	(centre)	Yr	<input type="text"/> <input type="text"/>	
	(angle)	θ	<input type="text"/> B <input type="text"/>	2.000
4	Calcul d'un transformé	X	<input type="text"/> <input type="text"/>	
		Y	<input type="text"/> C <input type="text"/>	X'
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y'
5	Eventuellement:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	• rappel de P		<input type="text"/> D <input type="text"/>	X
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y
	• rappel de P'		<input type="text"/> E <input type="text"/>	X'
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y'

SYMETRIE HORIZONTALE ET VERTICALE

SYMETRIE POINT



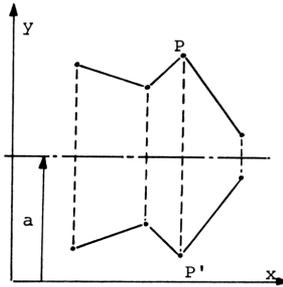
Ce programme permet d'effectuer des symétries de deux types:

- symétries paraxiales (horizontales et verticales)
- symétries point

On peut rappeler points P et P' après un calcul.

$$P \xrightarrow{S} P'$$

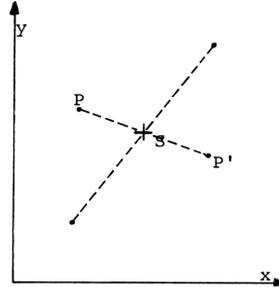
Symétrie paraxiale



Symétrie H

Symétrie V

Symétrie point



centre de symétrie

On donne la distance algébrique a

et

$$\begin{cases} X \xrightarrow{S.H.} X' = 2a - X \\ Y \xrightarrow{S.V.} Y' = 2a - Y \end{cases}$$

$$S \begin{vmatrix} X_s \\ Y_s \end{vmatrix}$$

$$P' \begin{vmatrix} X' = 2X_s - X \\ Y' = 2Y_s - Y \end{vmatrix}$$

ENCHAINEMENT: automatique (pour symétrie point)

EXEMPLE:

- symétrie verticale : a = -12.75 (l'axe est horizontal)

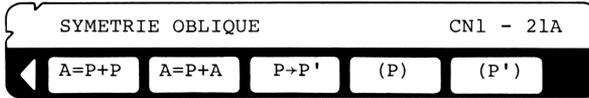
Y	0	4.5	-12.75
Y'	-25.500	-30.000	-12.750

- symétrie point $S \begin{vmatrix} 10 \\ 10 \end{vmatrix}$

$$P \begin{vmatrix} 0 \\ 10 \end{vmatrix} \rightarrow P' \begin{vmatrix} 20 \\ 10 \end{vmatrix}$$

$$P \begin{vmatrix} 20 \\ 10 \end{vmatrix} \rightarrow P' \begin{vmatrix} 0 \\ 10 \end{vmatrix}$$

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	<u>Symétries H et V</u>		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2.1	Introduire a	a	A <input type="text"/>	
2.2	Introduire X (resp. Y)		C <input type="text"/>	X' (resp.Y')
2.3	Eventuellement rappels:		D <input type="text"/>	X (resp.Y)
			E <input type="text"/>	X' (resp.Y')
3	<u>Symétrie point</u>		<input type="text"/> <input type="text"/>	
3.1	Introduire le centre	Xs	↑ <input type="text"/>	
		Ys	B <input type="text"/>	
3.2	Pour chaque point P	X	↑ <input type="text"/>	
		Y	C <input type="text"/>	X'
			R/S <input type="text"/>	Y'
3.3	Eventuellement, rappels:		D <input type="text"/>	X
			R/S <input type="text"/>	Y
			E <input type="text"/>	X'
			R/S <input type="text"/>	Y'

SYMETRIE OBLIQUE

Ce programme calcule les coordonnées X' et Y' du point P' symétrique d'un point P (X et Y) par rapport à une droite du plan. La droite donnée peut être introduire:

- comme passant par deux points ($A = P + A$)
- comme passant par un point et faisant un angle donné avec l'axe X positif ($A = P + A$)

L'axe de symétrie ne peut être horizontal ou vertical (voir CN1 - 20A dans ce cas).

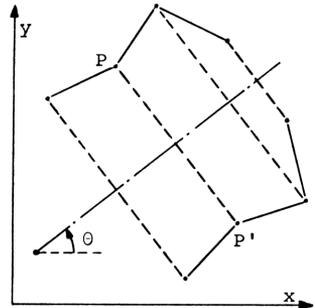
Il est mémorisé sous la forme (m, b) :

$$m = \text{pente} = \frac{\Delta Y}{\Delta X} \text{ ou } \text{tg} \theta$$

b = ordonnée à l'origine

et

$$P' \begin{cases} X' = \frac{2(Y - b) - X(m - 1/m)}{m + 1/m} \\ Y' = Y - \frac{X' - X}{m} \end{cases}$$



ENCHAINEMENT: automatique

EXEMPLE: Symétrie oblique par rapport à l'axe suivant, donné par point + angle:

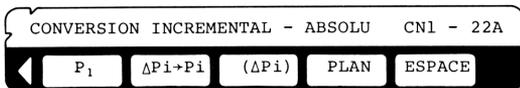
$$\text{point} \begin{vmatrix} 10 \\ 20 \end{vmatrix} \quad \text{angle} = 30^\circ$$

$$P \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \end{vmatrix} \quad \& \quad P' \begin{vmatrix} -12.321 \\ 21.340 \end{vmatrix} \quad \& \quad P \begin{vmatrix} 0.000 \\ 0.000 \end{vmatrix}$$

Le programme permet de rappeler les coordonnées de P et P' après un calcul.

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Introduire l'axe de sym.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2.1	- par P + P	X ₁	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Y ₁	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		X ₂	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Y ₂	<input type="text"/> A <input type="text"/>	1.000
2.2	- ou par P + A	X ₁	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Y ₁	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		0	<input type="text"/> B <input type="text"/>	1.000
3	Calcul d'une symétrie	X	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Y	<input type="text"/> C <input type="text"/>	X'
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y'
4	(rappel de P)		<input type="text"/> D <input type="text"/>	X
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y
5	(rappel de P')		<input type="text"/> E <input type="text"/>	X'
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y'

CONVERSION INCREMENTAL - ABSOLU



Ce programme permet la conversion automatique, de proche en proche, d'un plan coté en incrémental en plan coté en absolu, dans le plan ou l'espace.

Le choix plan ou espace se fait en début de calcul. Le premier point est obligatoirement en absolu. Il constitue l'origine du calcul. On peut interrompre une série de conversions pour le redéfinir ou changer de choix plan ou espace.

$$P_i \begin{cases} X_i \\ Y_i \\ (Z_i) \end{cases} \quad \Delta P_i \begin{cases} \Delta X_i \\ \Delta Y_i \\ (\Delta Z_i) \end{cases} \quad P_i \begin{cases} X_i = X_{i-1} + \Delta X_i \\ Y_i = Y_{i-1} + \Delta Y_i \\ (Z_i = Z_{i-1} + \Delta Z_i) \end{cases}$$

Pi est mémorisé en Pi-1 pour le calcul suivant.

ENCHAÎNEMENT: inexistant, le programme n'est pas conçu pour cela.

EXEMPLE:

- calculs dans le plan:

$$P_1 \begin{cases} 0 \\ 0 \end{cases} \quad \Delta P_2 \begin{cases} 10 \\ 20 \end{cases} \rightarrow P_2 \begin{cases} 10.000 \\ 20.000 \end{cases} \quad \Delta P_3 \begin{cases} -40 \\ 30 \end{cases} \rightarrow P_3 \begin{cases} -30.000 \\ 50.000 \end{cases}$$

$$\Delta P_4 \begin{cases} 71.431 \\ -4.728 \end{cases} \rightarrow P_4 \begin{cases} 41.431 \\ 45.272 \end{cases} \quad \text{etc...}$$

- calculs dans l'espace:

$$P_1 \begin{cases} 0 \\ 0 \\ 0 \end{cases} \quad \Delta P_2 \begin{cases} 10 \\ 20 \\ 30 \end{cases} \rightarrow P_2 \begin{cases} 10.000 \\ 20.000 \\ 40.000 \end{cases} \quad \Delta P_3 \begin{cases} 6.321 \\ -15.781 \\ 20 \end{cases} \rightarrow P_3 \begin{cases} 16.321 \\ 4.219 \\ 60.000 \end{cases}$$

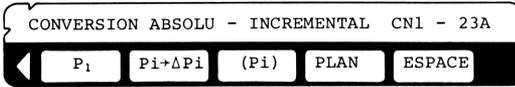
etc...

Le programme permet le rappel des ΔPi après un calcul.

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Choix du mode de calcul		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	- plan (R ²)		D <input type="text"/>	2.000
	- espace (R ³)		E <input type="text"/>	3.000

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES		RÉSULTATS
3	Calculs dans le plan				
3.1	Introduire P_0	X_0	↑		
		Y_0	A		1.000
3.2	Pour chaque point introduire les incréments	ΔX_i	↑		
		ΔY_i	B		X_i
			R/S		Y_i
3.3	Eventuellement rappel des incréments		C		ΔX_i
			R/S		ΔY_i
4	Calculs dans l'espace				
4.1	Introduire P_0	X_0	↑		
		Y_0	↑		
		Z_0	A		1.000
4.2	Pour chaque point introduire les incréments	ΔX_i	↑		
		ΔY_i	↑		
		ΔZ_i	B		X_i
			R/S		Y_i
			R/S		Z_i
4.3	Eventuellement rappel des incréments		C		ΔX_i
			R/S		ΔY_i
			R/S		ΔZ_i
	Pour changer de mode aller au 2				

CONVERSION ABSOLU - INCREMENTAL



Ce programme permet la conversion automatique, de proche en proche, d'un plan coté en absolu en un plan coté en incrémental, dans le plan XY ou l'espace XYZ.

Le choix initial plan ou espace précède l'introduction du point de départ P₁.

$$P_1 \begin{vmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ (Z_1) \end{vmatrix} \quad \text{puis} \quad P_i \begin{vmatrix} X_i \\ Y_i \\ (Z_i) \end{vmatrix} \quad + \quad \Delta P_i \begin{vmatrix} \Delta X_i = X_i - X_{i-1} \\ \Delta Y_i = Y_i - Y_{i-1} \\ (\Delta Z_i = Z_i - Z_{i-1}) \end{vmatrix}$$

P_i est mémorisé en P_{i-1} après chaque calcul.

On peut interrompre le calcul de proche en proche pour redéfinir un centre P₁ ou changer de mode de calcul plan ou espace.

ENCHAÎNEMENT: innexistant. Le programme n'est pas conçu pour cela.

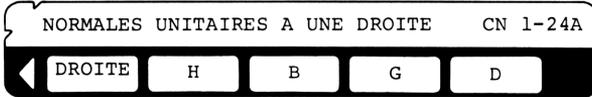
EXEMPLES:

$$\begin{array}{l} \text{- plan:} \quad P_1 \begin{vmatrix} -20 \\ 10 \end{vmatrix} \quad P_2 \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \end{vmatrix} + \Delta P_2 \begin{vmatrix} 20.000 \\ -10.000 \end{vmatrix} \\ P_3 \begin{vmatrix} 15 \\ -12 \end{vmatrix} + \Delta P_3 \begin{vmatrix} 15.000 \\ -12.000 \end{vmatrix} \quad P_4 \begin{vmatrix} 18.728 \\ -7.431 \end{vmatrix} + \Delta P_4 \begin{vmatrix} 3.728 \\ 4.569 \end{vmatrix} \\ \text{- espace:} \quad P_1 \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 10 \end{vmatrix} \quad P_2 \begin{vmatrix} 10 \\ 20 \\ 30 \end{vmatrix} + \Delta P_2 \begin{vmatrix} 10.000 \\ 20.000 \\ 20.000 \end{vmatrix} \\ P_3 \begin{vmatrix} 15 \\ -10 \\ 20 \end{vmatrix} + \Delta P_3 \begin{vmatrix} 5.000 \\ -30.000 \\ -10.000 \end{vmatrix} \quad P_4 \begin{vmatrix} -10.421 \\ 30.718 \\ -15 \end{vmatrix} + \Delta P_4 \begin{vmatrix} -25.421 \\ 40.718 \\ -35.000 \end{vmatrix} \end{array}$$

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Choix du mode de calcul:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	- plan		D <input type="text"/>	2.000
	- espace		E <input type="text"/>	3.000

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
3	Calculs dans le plan		<input type="text"/> <input type="text"/>	
3.1	Introduire le P_0	X_0	↑ <input type="text"/>	
		Y_0	A <input type="text"/>	
3.2	Pour chaque point à calculer	X_i	↑ <input type="text"/>	
		Y_i	B <input type="text"/>	ΔX_i
			R/S <input type="text"/>	ΔY_i
3.3	Eventuellement rappel des données		C <input type="text"/>	X_i
			R/S <input type="text"/>	Y_i
4	Calcul dans l'espace		<input type="text"/> <input type="text"/>	
4.1	Introduire le P_0	X_0	↑ <input type="text"/>	
		Y_0	↑ <input type="text"/>	
		Z_0	A <input type="text"/>	1.000
4.2	Pour chaque point à calculer	X_i	↑ <input type="text"/>	
		Y_i	↑ <input type="text"/>	
		Z_i	B <input type="text"/>	ΔX_i
			R/S <input type="text"/>	ΔY_i
			R/S <input type="text"/>	ΔZ_i
4.3	Eventuellement rappel des données		C <input type="text"/>	X_i
			R/S <input type="text"/>	Y_i
			R/S <input type="text"/>	Z_i
	Pour un changement de mode aller en 2		<input type="text"/> <input type="text"/>	

NORMALES UNITAIRES A UNE DROITE



Ce programme évalue les composantes X et Y du vecteur normal unitaire à une droite donnée D.

La droite peut être introduite:

- par son angle avec l'axe des X positifs: θ
- par deux de ses points (P + P)

On peut alors choisir le vecteur unitaire normal à calculer:

H	calculé	celui	dont	la	pointe	est	dirigée	vers	le	haut
B	"	"	"	"	"	"	"	"	"	bas
G	"	"	"	"	"	"	"	"	"	la gauche
D	"	"	"	"	"	"	"	"	"	la droite

FORMULES:

$$\begin{cases} X = \pm \sin\theta \\ Y = \pm \cos\theta \end{cases} \quad (\theta = \text{arc tg } \frac{\Delta Y}{\Delta X} \text{ pour } D = P + P)$$

EXEMPLE:

- Droite: $\theta = 30^\circ$ ($\theta = 90^\circ$ n'est pas possible)

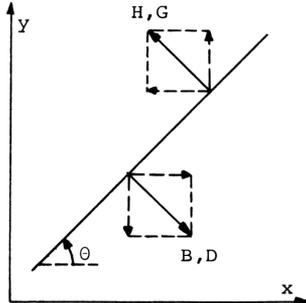
$$B = D \begin{vmatrix} 0.500 \\ -0.866 \end{vmatrix}$$

$$H = G \begin{vmatrix} -0.500 \\ 0.866 \end{vmatrix}$$

- Droite = P + P $P_1 \begin{vmatrix} 10 \\ 20 \end{vmatrix}$ $P_2 \begin{vmatrix} 40 \\ 30 \end{vmatrix}$

$$B = D \begin{vmatrix} 0.316 \\ -0.949 \end{vmatrix}$$

$$H = G \begin{vmatrix} -0.316 \\ 0.949 \end{vmatrix}$$



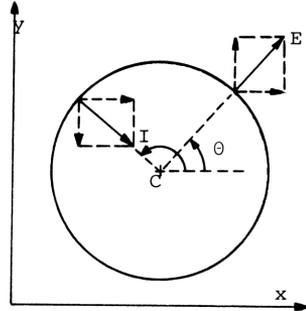
NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES		RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/>	<input type="text"/>	
2	Définir la droite:		<input type="text"/>	<input type="text"/>	
2.1	- par son angle avec l'axe x	θ	A	<input type="text"/>	1.000
2.2	- par deux points		f	SF1	
		X_1	+	<input type="text"/>	
		Y_1	+	<input type="text"/>	
		X_2	+	<input type="text"/>	
		Y_2	A	<input type="text"/>	1.000
3	Normale unitaire H		B	<input type="text"/>	X
			R/S	<input type="text"/>	Y
4	Normale unitaire B		C	<input type="text"/>	X
			R/S	<input type="text"/>	Y
5	Normale unitaire G		D	<input type="text"/>	X
			R/S	<input type="text"/>	Y
6	Normale unitaire D		E	<input type="text"/>	X
			R/S	<input type="text"/>	Y
	Les calculs des normales sont indépendants		<input type="text"/>	<input type="text"/>	

NORMALES UNITAIRES A UN CERCLE

NORMALES UNITAIRES A UN CERCLE				CN 1-25A	
◀	Xc, Yc	P=(X, Y)	P=(θ)	E	I

Ce programme calcule les coordonnées X et Y de la normale unitaire à un cercle donné, en un point donné du cercle. Le cercle est connu par les coordonnées Xc et Yc de son centre. Le point est connu:

- par ses coordonnées (Xp, Yp) s'il est sur le cercle
- par son angle au centre (X > 0 comme réf.) : θ



On peut alors choisir quelle normale doit être calculée:

- la normale dirigée vers l'extérieur: E
- la normale dirigée vers l'intérieur: I

FORMULES:

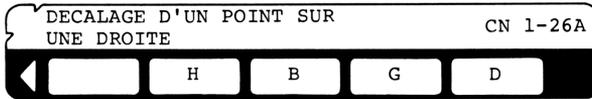
$$E \begin{vmatrix} \cos\theta \\ \sin\theta \end{vmatrix} \qquad I \begin{vmatrix} -\cos\theta \\ -\sin\theta \end{vmatrix}$$

(θ = Arc tg $\frac{Yp - Yc}{Xp - Xc}$ si on rentre un point P)

EXEMPLE:

- 1) $C \begin{vmatrix} Xc = 0 \\ Yc = 0 \end{vmatrix}$ $P \begin{vmatrix} Xp = 10 \\ Yp = 20 \end{vmatrix}$ (θ = 63.435)
 normale E $\begin{vmatrix} 0.447 \\ 0.894 \end{vmatrix}$ normale I $\begin{vmatrix} -0.447 \\ -0.894 \end{vmatrix}$
- 2) θ = -45° même cercle C
 normale E $\begin{vmatrix} 0.707 \\ -0.707 \end{vmatrix}$
 θ = 0°
 normale I $\begin{vmatrix} -1.000 \\ 0.000 \end{vmatrix}$

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Introduire le cercle	Xc	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Yc	<input type="text"/> A <input type="text"/>	1.000
3	Introduire le point à décaler		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	- par ses coordonnées	Xp	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Yp	<input type="text"/> B <input type="text"/>	2.000
	- par son angle au centre	θp	<input type="text"/> C <input type="text"/>	2.000
4	Normale E		<input type="text"/> D <input type="text"/>	Xn
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Yn
5	Normale I		<input type="text"/> E <input type="text"/>	Xn
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Yn

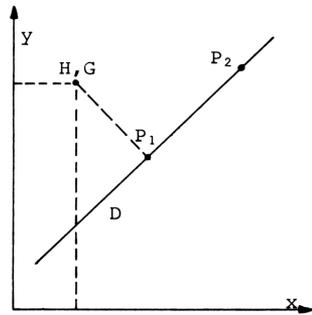
DECALAGE D'UN POINT SUR UNE DROITE

Ce programme permet de décaler un point situé sur une droite donnée, de la valeur D (rayon de fraise par exemple). La droite peut être introduite par:

- point à décaler + angle: l'angle doit être tel que:

$$-90^{\circ} \leq \theta \leq 90^{\circ}$$

- point à décaler + point: le point à décaler est toujours introduit en premier



On a ensuite le choix du point décalé:

- H : le point décalé est plus haut que le point à décaler (son ordonnée est plus grande)
- B : il est plus bas que le point à décaler (ordonnée plus faible)
- D : il est plus à droite (abscisse plus grande)
- G : il est plus à gauche (abscisse plus faible)

NB! Le programme ne marche pas pour:

$$\begin{cases} D < 0 \\ D < 1 \text{ et droite verticale} \end{cases}$$

ENCHAINEMENT: automatique

EXEMPLE:

- droite = point + angle

point à décaler $\begin{cases} 20 \\ 30 \end{cases}$

angle de la droite : 60°

décalage D = 20

Point décalé	H	B	G	D
X	2.679	37.321	2.679	37.321
Y	40.000	20.000	40.000	20.000

$$- \text{ droite} = \text{ point à décaler} \begin{vmatrix} 20 \\ 30 \end{vmatrix} + \text{ point} \begin{vmatrix} -20 \\ 10 \end{vmatrix}$$

décalage D = 20

Point décalé	H	B	G	D
X	11.056	28.944	11.056	28.944
Y	47.889	12.111	47.889	12.111

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES		RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/>	<input type="text"/>	
2	Entrer le décalage	D	RTN	R/S	D
3	Introduire la droite:		<input type="text"/>	<input type="text"/>	
3.1	- par point à décaler + angle	X ₁	↑	<input type="text"/>	
	(-90° ≤ θ ₁ ≤ 90°)	Y ₁	↑	<input type="text"/>	
		θ ₁	R/S	<input type="text"/>	

(continuation page suivante)

DECALAGE POINT / DROITE

continuation

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES		RÉSULTATS
3.2	- par point à décaler + point	X_1	↑		
	(le premier point	Y_1	↑		
	est décalé)	X_2	↑		
		Y_2	f	SF1	
			R/S		
4	Point décalé = H		B		X
			R/S		Y
5	Point décalé = B		C		X
			R/S		Y
6	Point décalé = G		D		X
			R/S		Y
7	Point décalé = D		E		X
			R/S		Y
	Les quatre décalages sont indépendants.				
	Pour un nouveau cas aller en 2				

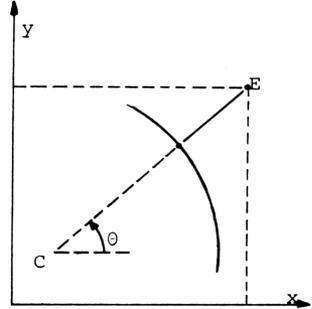
DECALAGE D'UN POINT SUR UN CERCLE

DECALAGE D'UN POINT SUR UN CERCLE		CN 1-27A	
◀ XcYcRd	P=(R,θ)	P=(X,Y)	E I

Ce programme permet de décaler des points situés sur un cercle donné, lelong d'une normale au cercle, d'une valeur donnée Rd.

On donne:

- 1) le centre du cercle (Xc,Yc)
 - 2) la valeur du décalage Rd
 - 3) le point à décaler
- P = {R,θ} coordonnées polaires in-
crémentales (à partir du centre du
cercle)
 - P = {X,Y} coordonnées cartésiennes absolues (dans le même
repère que le centre du cercle)



Le programme calcule au choix:

- le point décalé E situé à l'extérieur du cercle
- le point décalé I situé à l'intérieur du cercle

$$E \begin{cases} X = Xc + (R + Rd) \cos\theta \\ Y = Yc + (R + Rd) \sin\theta \end{cases} \quad I \begin{cases} X = Xc + (R - Rd) \cos\theta \\ Y = Yc + (R - Rd) \sin\theta \end{cases}$$

θ = angle (\vec{CX}, \vec{CP})

R = rayon du cercle

ENCHAINEMENT: automatique

EXEMPLES:

1) Centre du cercle $C \begin{cases} 0 \\ 0 \end{cases}$ décalage Rd = 20

Point à décaler P = {R = 100; θ = 45}

$$E \begin{cases} 84.853 \\ 84.853 \end{cases} \quad I \begin{cases} 56.569 \\ 56.569 \end{cases}$$

2) Centre du cercle $C \begin{cases} 10 \\ 10 \end{cases}$ décalage Rd = 10

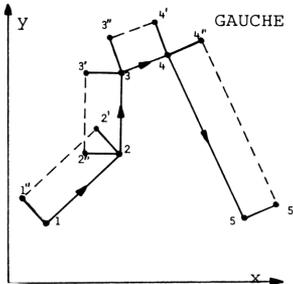
Point à décaler P = {X = 60; Y = 30}

$$E \begin{cases} 69.285 \\ 33.714 \end{cases} \quad I \begin{cases} 50.715 \\ 26.286 \end{cases}$$

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Introduire le centre	Xc	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Yc	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
	et le décalage	Rd	<input type="text"/> A <input type="text"/>	1.000
3	Introduire le point à décaler		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	- P = (R,θ)	R	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		θ	<input type="text"/> B <input type="text"/>	2.000
	- ou P = (X,Y)	X	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Y	<input type="text"/> C <input type="text"/>	2.000
4	Calcul du point extérieur		<input type="text"/> D <input type="text"/>	Xe
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Ye
5	Calcul du point intérieur		<input type="text"/> E <input type="text"/>	Xi
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Yi
	Pour un nouveau point du même cercle, aller en 3		<input type="text"/> <input type="text"/>	

TRAJECTOIRE DECALEE
(SEGMENTS DE DROITE)

TRAJECTOIRE DECALEE (SEGMENTS DE DROITE)		CN 1-28A
← P ₁	Rd	DROITE GAUCHE P _i →P _{i+1}



Ce programme permet de décaler une trajectoire faite de segments de droite. On introduit les points à décaler dans l'ordre réel de la trajectoire : point 1, point 2, etc...

On choisit le côté du décalage de la manière suivante: l'observateur se place au point 1 et regarde en direction du point 2; les points sont alors à décaler à sa droite ou à sa gauche. Le choix "droite" ou "gauche" se fait une fois pour toutes avant chaque nouveau contour.

Pour chaque point introduit, le calculateur donne deux points décalés:

- l'introduction du point i donne les points (i-1)'' et (i)'
- le point 1 (début du contour) est toujours introduit séparément et ne donne évidemment aucun résultat!

On peut interrompre un contour pour changer de point 1 ou de choix "gauche" ou "droite".

FORMULES

$$\text{point (i-1)''} \left\{ \begin{array}{l} X = X_{i-1} + \epsilon \Delta X_i \\ Y = Y_{i-1} + \epsilon \Delta Y_i \end{array} \right. \quad \text{point (i)'} \left\{ \begin{array}{l} X = X_i + \epsilon \Delta X_i \\ Y = Y_i + \epsilon \Delta Y_i \end{array} \right.$$

avec $\epsilon = \pm 1$ (+1 si "gauche", -1 si "droite")

$$\text{et} \left\{ \begin{array}{l} \Delta X_i = -Rd \cos \theta_i \\ \Delta Y_i = Rd \sin \theta_i \end{array} \right. \quad \theta_i = \text{angle de la droite (i-1,i)}$$

(i) est mémorisé en (i-1) après chaque calcul.

EXEMPLE

Décalage à droite Rd = 20

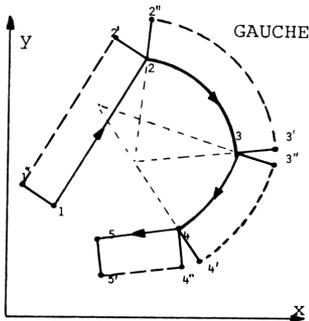
1	100.000 0.000	2	50.000 86.603	3	-50.000 86.603	4	-100.000 0.000	5	-50.000 -86.603	
RESULTATS	1'	117.321 10.000	2'	50.000 106.603	3'	-67.321 96.603	4'	-117.321 -10.000		
	2'	67.321 96.603	3'	-50.000 106.603	4'	-117.321 10.000	5'	-67.321 -96.603		

6	50.000 -86.603	1	100.000 0.000
5'	-50.000 -106.603	6'	67.321 -96.603
6'	50.000 -106.603	1'	117.321 -10.000

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Introduire le point 1	X_1	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Y_1	<input type="text"/> A <input type="text"/>	
3	Introduire le décalage	Rf	<input type="text"/> B <input type="text"/>	
4	Choisir la trajectoire:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	- décalée à DROITE		<input type="text"/> C <input type="text"/>	
	- décalée à GAUCHE		<input type="text"/> D <input type="text"/>	
5	Faire 5 pour $i = 2, 3, \dots$		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	- introduire le point i	X_i	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Y_i	<input type="text"/> E <input type="text"/>	X''_{i-1}
	- décalage du point $i-1$		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y''_{i-1}
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	X'_i
	- décalage du point i		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Y'_i
6	Pour un nouveau cas aller		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	en 2		<input type="text"/> <input type="text"/>	

TRAJECTOIRE DECALEE (MIXTE)

TRAJECTOIRE DECALEE (MIXTE)		CN 1-29A	
◀	P ₁	Rd { G=1 D=-1	Pi C { H=1 AH=-1



Ce programme calcule une trajectoire décalée dont les éléments de base sont des droites ou des cercles.

On introduit successivement:

- le point de départ P₁ (coordonnées X₁ et Y₁)
- le décalage: module Rd
sens: pour déterminer le côté du décalage l'observateur se place au point P₁ et regarde vers le point suivant P₂. La trajectoire décalée se trouve alors à sa droite (introduire -1) ou à sa gauche (introduire 1)
- les points les uns après les autres par leurs coordonnées X_i et Y_i.

Décalage d'une droite:

le point (i-1) étant mémorisé, lorsque l'on introduit le point (i), le programme calcule les deux points décalés (i-1)' et (i)'.

Décalage d'un cercle:

le point (i-1) étant mémorisé, on introduit les coordonnées du centre du cercle (Xc et Yc) ainsi que le sens de parcours (sens horaire H, introduire 1; sens anti-horaire AH, introduire -1). Le programme calcule alors le point décalé (i-1''). On introduit alors le point (i) et le programme le décale en (i').

EXEMPLE

Décalage à gauche (G = 1) de la valeur Rd = 15

Point de départ P₁ $\left| \begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix} \right.$

Le point 4 est obtenu par le programme CN1 - 05A (intersection de C₁ et C₂)

$$C_1 = \{0,15,50\}$$

$$C_2 = \{10,-35,30\}$$

Le point 3 est obtenu par le programme CN1 - 04A (intersection droite-cercle)

$$D = \{P+A\} = \{25,35,0^0\} \text{ et } C_1$$

<u>DONNEES</u>	2 $\left \begin{matrix} 25 \\ 35 \end{matrix} \right.$	3 $\left \begin{matrix} 45.826 \\ 35.000 \end{matrix} \right.$	C ₁ $\left \begin{matrix} 0 \\ 15 \end{matrix} \right.$ sens H=1	4 $\left \begin{matrix} 35.879 \\ -19.824 \end{matrix} \right.$
----------------	---	---	---	--

<u>RESULTATS</u>	1' $\left \begin{matrix} -12.206 \\ 8.719 \end{matrix} \right.$	2' $\left \begin{matrix} 25.000 \\ 50.000 \end{matrix} \right.$	3' $\left \begin{matrix} 59.574 \\ 41.000 \end{matrix} \right.$	4' $\left \begin{matrix} 46.643 \\ -30.271 \end{matrix} \right.$
	2' $\left \begin{matrix} 12.794 \\ 43.719 \end{matrix} \right.$	3' $\left \begin{matrix} 45.826 \\ 50.000 \end{matrix} \right.$		

<u>DONNEES</u>	$C_2 \begin{vmatrix} 10 \\ -35 \end{vmatrix}$ sens AH=-1	$5 \begin{vmatrix} 10 \\ -5 \end{vmatrix}$	$1 \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \end{vmatrix}$
----------------	---	--	--

<u>RESULTATS</u>	$4' \begin{vmatrix} 22.940 \\ -27.412 \end{vmatrix}$	$5' \begin{vmatrix} 10.000 \\ -20.000 \end{vmatrix}$	$5' \begin{vmatrix} 3.292 \\ -18.416 \end{vmatrix}$
			$1' \begin{vmatrix} -6.708 \\ -13.416 \end{vmatrix}$

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Introduire le point 1	X_1	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
		Y_1	<input type="text"/> A <input type="text"/>	
3	Introduire le décalage:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	- valeur	R_d	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	
	- sens $G = 1$ $D = -1$	± 1	<input type="text"/> B <input type="text"/>	

(continuation page suivante)

continuation

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES		RÉSULTATS
4	Décalage d'une droite:				
	Introduire le point (i)	X_i	↑		
		Y_i	C		X''_{i-1}
	(point antérieur décalé)		R/S		Y''_{i-1}
			R/S		X'_i
	(point i décalé)		R/S		Y'_i
5	Pour enchaîner sur un cercle				
	Introduire son centre	X_c	↑		
		Y_c	↑		
	et le sens du parcours $H = 1 \quad AH = -1$	± 1	D		X''_{i-1}
	décalage du point antérieur		R/S		Y''_{i-1}
6	Introduire le deuxième	X_i	↑		
	point du cercle	Y_i	C		X'_i
	(décalage de ce point)		R/S		Y'_i
	Aller en 4, 5, ou 6				
	selon la trajectoire				

INTERPOLATION CIRCULAIRE

INTERPOLATION CIRCULAIRE (I)				CN 1-30A
◀	CENTRE	$\left\{ \begin{matrix} A \\ B \end{matrix} = X, Y \right.$	$\left\{ \begin{matrix} A \\ B \end{matrix} = R, \theta \right.$	<input type="radio"/> <input type="radio"/>

INTERPOLATION CIRCULAIRE (II)				CN 1-30A
◀	$\mu + N$	NORMAL	MAXI	CALCUL

Ce programme permet d'interpoler un arc de cercle par des segments de droite.

On donne successivement:

- a) le centre du cercle à interpoler $C = \{X_c, Y_c\}$
- b) le point de départ A et le point d'arrivée B de l'interpolation:
 - par leurs coordonnées $A = \{X_a, Y_a\}$ $B = \{X_b, Y_b\}$
 - ou par leur incréments polaires par rapport à C:

$$A = \{R_a, \theta_a\} \quad B = \{R_b, \theta_b\}$$
 - ou par une combinaison des deux:

$$A = \{R_a, \theta_a\} \quad B = \{X_b, Y_b\}$$

Le programme affiche le rayon du cercle à interpoler lorsque A est introduit:

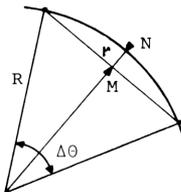
$$R_a = \{(X_a - X_c)^2 + (Y_a - Y_c)^2\}^{\frac{1}{2}}$$

La différence des rayons est affichée après introduction de B:

$$\Delta = R_b - R_a$$

Si cette valeur est acceptable, on choisit alors le sens de l'interpolation (horaire ou anti-horaire de A vers B).

On donne ensuite la tolérance μ dans les mêmes unités que les cotes introduites: la tolérance est l'écart réel entre l'arc et la corde.



μ = distance MN

Connaissant l'écart angulaire:

$$\Delta\theta = \text{angle}(\vec{CA}, \vec{CB})$$

le nombre d'incrément angulaires minimum de l'interpolation est donné par:

$$N = \text{int} \left[\frac{\Delta\theta}{\delta\theta} \right] + 1$$

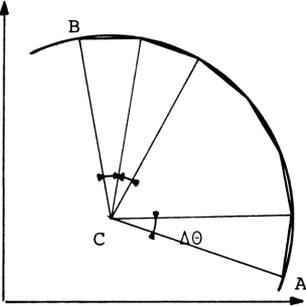
(int = partie entière)

$$\text{avec } \delta\theta = 2 \arccos \left(\frac{R - \mu}{R} \right)$$

L'angle incrémental exact est alors: $\delta\theta' = \frac{\Delta\theta}{N}$

Le programme calcule alors les coordonnées X_i et Y_i de tous les points intermédiaires entre A et B.

NOTE: Il est parfois intéressant de rester au-dessus du rayon du cercle lors de l'interpolation. Dans ce cas les points A et B seront décalés de la valeur μ et ne devront pas être portés sur la bande.



On choisit donc l'interpolation NORMALE (les points sont situés sur le cercle idéal dont le rayon R s'affiche) ou l'interpolation MAXI (les points sont décalés de μ par rapport au cercle idéal et $(R + \mu)$ est affiché).

$$\begin{cases} X_i = X_c + R' \cos(\theta_a + \epsilon \delta\theta' i) \\ Y_i = Y_c + R' \sin(\theta_a + \epsilon \delta\theta' i) \end{cases}$$

avec $R' = R_a$ ou $R_a + \mu$

$\epsilon = \text{sens (HORAIRE = -1, ANTI-HORAIRE = +1)}$

$\delta\theta_i = (N - i)\delta\theta$ incrément cumulé

EXEMPLE:

centre du cercle $C = \{0,0\}$

point A = (X,Y) = {73.612, 42.500}

point B = (R, θ) = {85, 60°} ($\Delta = 0.0001$)

sens anti-horaire

tolérance $\mu = 0.09 = 9/100^e$; choix: MAXI

Repère	7 A décalé	6	5	4	3	2	1 B décalé
X	73.690	69.702	65.183	60.168	54.695	48.806	42.545
Y	42.545	48.806	54.695	60.168	65.183	69.702	73.690

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte I		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Introduire le centre	Xc	<input type="text"/> <input type="text"/>	
		Yc	<input type="text"/> <input type="text"/>	
3	Introduire le point A		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	- par (Xa,Ya)	Xa	<input type="text"/> <input type="text"/>	
		Ya	<input type="text"/> <input type="text"/>	Ra
	- ou par (Ra,0a)	Ra	<input type="text"/> <input type="text"/>	
		0a	<input type="text"/> <input type="text"/>	Ra
4	Introduire le point B		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	- par (Xb,Yb)	Xb	<input type="text"/> <input type="text"/>	
		Yb	<input type="text"/> <input type="text"/>	Rb - Ra
	- ou par Rb,0b)	Rb	<input type="text"/> <input type="text"/>	
		0b	<input type="text"/> <input type="text"/>	Rb - Ra
5	Si (Rb - Ra) est admissi-		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	ble, choisir le sens:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	- ANTI-HORAIRE		<input type="text"/> <input type="text"/>	$\Delta\theta$
	- HORAIRE		<input type="text"/> <input type="text"/>	$\Delta\theta$

(continuation page suivante)

continuation

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
6	Introduire la carte II		<input type="text"/> <input type="text"/>	
7	Introduire la tolérance	μ	A <input type="text"/>	N + 1
8	Choisir l'interpollation		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	- NORMALE		B <input type="text"/>	R = Ra
	- MAXI		C <input type="text"/>	R = Ra + μ
9	Démarrer le calcul		D <input type="text"/>	N + 1
			R/S <input type="text"/>	$X_{N+1} = Xa *$
			R/S <input type="text"/>	$Y_{N+1} = Ya *$
10	Faire 10,11,12 pour i=N...		R/S <input type="text"/>	i
11	...1. Arrêt automatique par clignotement.		R/S <input type="text"/>	X_i
12			R/S <input type="text"/>	Y_i
			⋮ <input type="text"/>	
			R/S <input type="text"/>	$Y = Yb *$
			R/S <input type="text"/>	FLASH
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	

*pour l'interpolation maxi ne pas tenir compte des points
 $N + 1 = A'$ et $1 = B'$

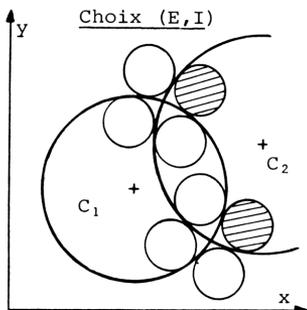
CERCLE TANGENT A DEUX CERCLES

(RAYON DONNE)

CERCLE TANGENT A DEUX CERCLES				CN 1-31A	
←	Rf	I	E	P ₁	P ₂

Ce programme calcule les coordonnées X et Y du centre d'un cercle de rayon donné tangent à deux cercles donnés.

Le cas le plus général donne huit centres solutions de ce problème. Le programme calcule deux centres à la fois.



On introduit successivement:

- le rayon du cercle à déterminer: Rf
- le cercle $C_1 = \{X_1, Y_1, R_1\}$

On indique alors au calculateur la position approximative du centre du cercle à calculer par rapport au cercle C_1 grâce aux modificateurs:

I : le centre à calculer est intérieur à C_1

E : le centre à calculer est extérieur à C_1

- le cercle $C_2 = \{X_2, Y_2, R_2\}$. De même on indique le modificateur de ce cercle.

Le programme calcule alors les deux centres ainsi sélectionnés.

EXEMPLE: Sur la figure les deux centres des cercles gris sont obtenus par les modificateurs:

- E par rapport à C_1
- I par rapport à C_2

Le calcul se fait par modification des rayons:

un choix E ajoute la valeur de Rf au rayon du cercle introduit, tandis que I retranche Rf à ce rayon.

Le calcul se ramène alors à une simple intersection de deux cercles.

ENCHAINEMENT: semi-automatique

EXEMPLE:

$Rf = 10 \quad C_1 = \{0,0,50\} \quad C_2 = \{90,30,70\}$

Le programme exécuté quatre fois donne les huit centres solution.

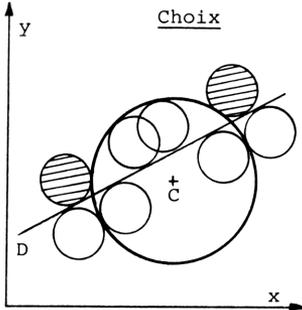
CHOIX POUR C ₁ POUR C ₂		CENTRE P ₁	CENTRE P ₂
E	E	15.087 58.072	46.913 -37.406
E	I	33.381 49.857	56.619 -19.857
I	E	10.464 38.607	31.536 -24.607
I	I	30.112 26.330	39.888 -2.996

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Introduire le rayon Rf	Rf	A <input type="text"/>	
3	Faire 3 pour chaque cercle donné:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Introduire le cercle	X	↑ <input type="text"/>	
		Y	↑ <input type="text"/>	
		R	<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Situer le centre à calculer par rapport au cercle:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	- centre INTERIEUR		B <input type="text"/>	
	- centre EXTERIEUR		C <input type="text"/>	
4	Calcul du premier centre		D <input type="text"/>	X
			R/S <input type="text"/>	Y
5	Calcul du second centre		E <input type="text"/>	X
			R/S <input type="text"/>	Y
	Pour un nouveau cas aller en 2		<input type="text"/> <input type="text"/>	

CERCLE TANGENT A DROITE - CERCLE(RAYON DONNE)

CERCLE TANGENT A DROITE-CERCLE				CN 1-32A	
◀	Rf	H (Gv)	B (Dv)	E	I

Ce programme détermine les coordonnées X et Y du centre d'un cercle de rayon donné tangent à une droite et à un cercle donnés.



Dans le cas le plus général, huit centres sont solution de ce problème; on introduit successivement:

- le rayon du cercle à calculer: Rf
- la droite par: point (Xd,Yd) + angle θ_d .
- $-90^\circ \leq \theta_d \leq +90^\circ$

On choisit ensuite la position du centre désiré, par rapport à la droite:

- le centre est au-dessus de la droite (H) ou à sa gauche si elle est verticale: touche **[B]**
- le centre est au-dessous de la droite (B) ou à sa droite si elle est verticale: touche **[C]**

Le programme décale alors le point (Xd,Yd) dans le sens choisi par le modificateur H ou B.

On donne le cercle par: centre (Xc,Yc) + rayon Rc.

On choisit alors la position du centre désiré par rapport au cercle:

- le centre est extérieur au cercle (E): touche **[D]**
- le centre est intérieur au cercle (I): touche **[E]**

Le programme modifie le rayon Rc en ajoutant ou retranchant Rf puis calcule les deux centres solution.

Dans le cas de la figure, les modificateurs seraient:

- H pour la droite
- E pour le cercle

et les centres des cercles en gris seraient obtenus.

Le calcul est celui d'une intersection droite-cercle avec les éléments modifiés.

ENCHAINEMENT: automatique

EXEMPLE:

droite = {20,10,-60°} Rf = 10

cercle = {40,20,60}

CHOIX		P ₁	P ₂
DROITE	CERCLE		
H	E	-5.123 73.515	63.784 -45.836
H	I	5.101 55.806	53.559 -28.126
B	E	-19.036 57.613	43.055 -49.933
B	I	-7.065 36.878	31.084 -29.199

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Introduire le rayon Rf	Rf	A <input type="text"/>	
3	Introduire la droite D	Xd	↑ <input type="text"/>	
		Yd	↑ <input type="text"/>	
	$(-90^\circ \leq \theta d \leq +90^\circ)$	θD	<input type="text"/> <input type="text"/>	
4	Positionner le centre à calculer par rapport à D:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	- { au-dessus (H) à gauche si D vertic.		B <input type="text"/>	
	- { au-dessous (B) à droite si D vertic.		C <input type="text"/>	
5	Introduire le cercle C	Xc	↑ <input type="text"/>	
		Yc	↑ <input type="text"/>	
		Rc	<input type="text"/> <input type="text"/>	
6	Positionner le centre à calculer par rapport à C:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	- centre ext. à C (E)		D <input type="text"/>	Xp ₁
	- centre int. à C (I)		E <input type="text"/>	Xp ₁
7	Terminer les calculs		R/S <input type="text"/>	Yp ₁
			R/S <input type="text"/>	Xp ₂
			R/S <input type="text"/>	Yp ₂

CERCLE TANGENT A DEUX DROITES

(RAYON DONNE)

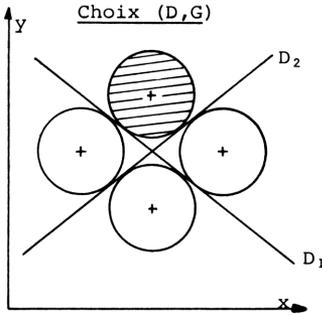
CERCLE TANGENT A DEUX DROITES (I) CN 1-33A

◀	Rf	H	B	G	D
---	----	---	---	---	---

CERCLE TANGENT A DEUX DROITES (II) CN 1-33A

◀	X	Y			
---	---	---	--	--	--

Ce programme calcule les coordonnées X et Y du centre d'un cercle de rayon donné tangent à deux droites données. Dans le cas le plus général, il y a quatre centres solution de ce problème.



Choix (D,G)

On introduit successivement:

- le rayon du cercle à déterminer: Rf
- chacune des droites de la manière suivante:

On donne la droite par point + angle, avec: $-90^\circ < \text{angle} < +90^\circ$ puis on indique la position du cercle à déterminer par rapport à la droite introduite:

- H: cercle au-dessus de la droite
- B: " au-dessous" " "
- G: " à gauche " " "
- D: " à droite " " "

Ces modificateurs permettent le décalage des deux droites initiales, le calcul se ramenant alors à une intersection de deux droites.

$$\begin{aligned} \text{droite 1} &= \{X_1, Y_1, \theta_1\} && (X_i, Y_i) \text{ points décalés} \\ \text{droite 2} &= \{X_2, Y_2, \theta_2\} \\ X &= \frac{(Y_2 - Y_1) \cos\theta_1 \cos\theta_2 + X_1 \sin\theta_1 \cos\theta_2 - X_2 \sin\theta_2 \cos\theta_1}{\sin(\theta_1 - \theta_2)} \\ Y &= Y_1 + (X - X_1) \text{tg}\theta_1 && \text{si } \theta_1 \neq k90^\circ \\ Y &= Y_2 + (X - X_2) \text{tg}\theta_2 && \text{si } \theta_2 \neq k90^\circ \end{aligned}$$

ENCHAINEMENT: automatique

EXEMPLE:

$$\begin{aligned} D_1 &= \{10, 20, 30^\circ\} && Rf = 10 \\ D_2 &= \{-20, 30, -60^\circ\} \end{aligned}$$

Le programme exécuté quatre fois donne:

POSITION DU CENTRE % D ₁ % D ₂		X	Y
H (ou G)	H (ou D)	-4.510	23.170
H (ou G)	B (ou G)	-21.830	13.170
B (ou D)	H (ou D)	5.490	5.849
B (ou D)	B (ou G)	-11.830	-4.151

NO	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS
1	Introduire la carte I		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Introduire le rayon Rf	Rf	A <input type="text"/>	
3	Pour chaque droite:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Introduire ses éléments	Xd	† <input type="text"/>	
		Yd	† <input type="text"/>	
		ød	<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Positionner le centre à calculer par rap. à droite		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	- au-dessus de D : H		B <input type="text"/>	
	- au-dessous de D: B		C <input type="text"/>	
	- à gauche de D : G		D <input type="text"/>	
	- à droite de D : D		E <input type="text"/>	
4	Introduire la carte II		<input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Calcul de l'abscisse		A <input type="text"/>	X
6	Calcul de l'ordonnée		B <input type="text"/>	Y
	Pour un nouveau cas aller en 1		<input type="text"/> <input type="text"/>	

LISTING DES PROGRAMMES

1	Point en coordonnées cartésiennes	87
2	Point en coordonnées polaires	88
3	Intersection droite-droite	89
4	Intersection droite-cercle	90
5	Intersection cercle-cercle	91
6	Points répartis sur une droite	92
7	Points répartis sur un cercle	93
8	Points répartis sur un cercle (données différentes)	94
9	Grille de points: calcul de tous les points	95
10	Grille de points: calcul de certains points	97
11	Point sur cercle défini par son angle au centre	98
12	Points de tangence à un cercle	99
13	Cercle passant par trois points	100
14	Cercle passant par deux points (rayon donné)	101
15	Décomposition en quarts de cercle	102
16	Translations	104
17	Rotations	105
18	Rotations puis translations	106
19	Translations puis rotations	107
20	Symétrie horizontale et verticale - symétrie point	108
21	Symétrie oblique	109
22	Conversion incrémental - absolu	110
23	Conversion absolu - incrémental	111
24	Normales à une droite	112
25	Normales à un cercle	113
26	Décalage d'un point d'une droite	114
27	Décalage d'un point d'un cercle	115
28	Trajectoire décalée (segments de droite)	116
29	Trajectoire décalée (mixte)	117
30	Interpolation circulaire	118
31	Cercle tangent à deux cercles (rayon donné)	120
32	Cercle tangent à droite-cercle (rayon donné)	121
33	Cercle tangent à deux droites (rayon donné)	122

POINT EN COORDONNÉES POLAIRES

Touche	Code
LBL	23
A	11
f ⁻¹	32
TF1	61
STO 3	33 03
g ↓	35 08
STO 2	33 02
g ↓	35 08
STO 1	33 01
1	01
RTN	24
LBL	23
B	12
f ⁻¹	32
TF1	61
STO 7	33 07
g ↓	35 08
gx \bar{z} y	35 07
STO 8	33 08
gx \bar{z} y	35 07
f	31
SIN	04
gLSTx	35 00
f	31
COS	05
RCL 8	34 08
x	71
RCL 1	34 01
+	61
STO 4	33 04
R/S	84
gx \bar{z} y	35 07
RCL 8	34 08
x	71
RCL 2	34 02
+	61
STO 5	33 05
R/S	84
f	31
TF1	61

Touche	Code
0	00
÷	81
RCL 3	34 03
RCL 7	34 07
+	61
STO 6	33 06
RTN	24
LBL	23
C	13
f ⁻¹	32
TF1	61
STO 7	33 07
g ↓	35 08
gx \bar{z} y	35 07
STO 8	33 08
gx \bar{z} y	35 07
f	31
SIN	04
gLSTx	35 00
f	31
COS	05
RCL 8	34 08
x	71
RCL 4	34 04
+	61
STO 4	33 04
R/S	84
gx \bar{z} y	35 07
RCL 8	34 08
x	71
RCL 5	34 05
+	61
STO 5	33 05
R/S	84
f	31
TF1	61
0	00
÷	81
RCL 6	34 06
RCL 7	34 07

Touche	Code
+	61
STO 6	33 06
RTN	24
LBL	23
D	14
f	31
SF1	51
2	02
RTN	24
LBL	23
E	15
f ⁻¹	32
SF1	51
3	03
RTN	24

R1	Xo
R2	Yo
R3	(Zo)
R4	X
R5	Y
R6	(Z)
R7	(ΔZ)
R8	R
R9	

INTERSECTION DROITE-DROITE

Touche	Code
LBL	23
A	11
g ↑	35 09
STO 6	33 06
gx↑y	35 07
g ↓	35 08
gx=y	35 23
GTO	22
1	01
-	51
g ↓	35 08
STO 7	33 07
-	51
g ↑	35 09
÷	81
STO 8	33 08
LBL	23
3	03
1	01
f ⁻¹	32
TF1	61
GTO	22
C	13
RCL 3	34 03
EEX	43
8	08
gx=y	35 23
GTO	22
4	04
RCL 8	34 08
gx=y	35 23
RCL 6	34 06
D	14
RCL 7	34 07
RCL 2	34 02
-	51
RCL 1	34 01
RCL 3	34 03
x	71
+	61

Touche	Code
RCL 6	34 06
RCL 8	34 08
x	71
-	51
RCL 3	34 03
RCL 8	34 08
-	51
÷	81
LBL	23
D	14
STO 4	33 04
R/S	84
RCL 1	34 01
-	51
RCL 3	34 03
x	71
RCL 2	34 02
+	61
STO 5	33 05
f ⁻¹	32
SF1	51
R/S	84
LBL	23
1	01
g ↑	35 09
STO 7	33 07
EEX	43
8	08
STO 8	33 08
GTO	22
3	03
LBL	23
C	13
RCL 6	34 06
STO 1	33 01
RCL 7	34 07
STO 2	33 02
RCL 8	34 08
STO 3	33 03
g ↑	35 09

Touche	Code
f	31
SF1	51
RTN	24
LBL	23
B	12
f	31
TAN	06
STO 8	33 08
g ↓	35 08
STO 7	33 07
g ↓	35 08
STO 6	33 06
GTO	22
3	03
LBL	23
4	04
RCL 1	34 01
C	13
D	14

R1	X1
R2	Y1
R3	tgθ1
R4	X
R5	Y
R6	X2
R7	Y2
R8	tgθ2
R9	

INTERSECTION DROITE-CERCLE

Touche	Code
LBL	23
A	11
g ↑	35 09
STO 1	33 01
gx↑y	35 07
g ↓	35 08
-	51
g ↓	35 08
STO 2	33 02
-	51
g ↑	35 09
f	31
R → P	01
g ↓	35 08
STO 3	33 03
RTN	24
LBL	23
B	12
STO 3	33 03
g ↓	35 08
STO 2	33 02
g ↓	35 08
STO 1	33 01
RTN	24
LBL	23
C	13
STO 6	33 06
g ↓	35 08
STO 5	33 05
g ↓	35 08
STO 4	33 04
RTN	24
LBL	23
D	14
f ⁻¹	32
SF1	51
GTO	22
1	01
LBL	23
E	15

Touche	Code
F	31
SF1	51
LBL	23
1	01
RCL 5	34 05
RCL 2	34 02
-	51
RCL 4	34 04
RCL 1	34 01
-	51
F	31
R → P	01
STO 7	33 07
CLx	44
RCL 3	34 03
-	51
f	31
COS	05
RCL 7	34 07
x	71
↑	41
↑	41
x	71
RCL 7	34 07
f ⁻¹	32
√x	09
RCL 6	34 06
f ⁻¹	32
√x	09
-	51
-	51
f	31
√x	09
STO 7	33 07
gx↑y	35 07
+	61
gLSTx	35 00
RCL 7	34 07
-	51
f	31

Touche	Code
TF1	61
g ↓	35 08
g NOP	35 01
RCL 3	34 03
gx↑y	35 07
f ⁻¹	32
R → P	01
RCL 1	34 01
+	61
R/S	84
gx↑y	35 07
RCL 2	34 02
+	61
f ⁻¹	32
SF1	51
RTN	24

R1	x ₁
R2	y ₁
R3	θ
R4	x _C
R5	y _C
R6	R
R7	D
R8	
R9	

POINTS RÉPARTIS SUR UN CERCLE

Touche	Code
LBL	23
A	11
STO 3	33 03
g R+	35 08
STO 2	33 02
g R+	35 08
STO 1	33 01
1	01
RTN	24
LBL	23
B	12
STO 8	33 08
g R+	35 08
STO 5	33 05
g R+	35 08
STO 4	33 04
2	02
RTN	24
LBL	23
C	13
0	00
STO 6	33 06
LBL	23
1	01
RCL 6	34 06
RCL 5	34 05
x	71
RCL 4	34 04
+	61
RCL 3	34 03
E	15
RCL 6	34 06
1	01
+	61
STO 6	33 06
R/S	84
g R+	35 08
RCL 1	34 01
+	61
R/S	84

Touche	Code
gx $\frac{z}{y}$	35 07
RCL 2	34 02
+	61
R/S	84
RCL 6	34 06
RCL 8	34 08
gx=y	35 23
0	00
÷	81
GTO	22
1	01
LBL	23
D	14
1	01
-	51
RCL 5	34 05
x	71
RCL 4	34 04
+	61
RCL 3	34 03
E	15
RCL 1	34 01
+	61
R/S	84
g R+	35 08
RCL 2	34 02
+	61
RTN	24
LBL	23
E	15
gx $\frac{z}{y}$	35 07
f	31
COS	05
gLSTx	35 00
f	31
SIN	04
†	41
g †	35 09
x	71
gLSTx	35 00

Touche	Code
g †	35 09
x	71
RTN	24

R1	x _C
R2	y _C
R3	R
R4	θ _o
R5	Δθ
R6	i
R7	
R8	N/i
R9	

GRILLE DE POINTS: CALCUL DE TOUS LES POINTS

Touche	Code
LBL	23
A	11
f	31
SF1	51
E	15
STO 1	33 01
g ↓	35 08
STO 2	33 02
1	01
RTN	24
LBL	23
B	12
E	15
STO 3	33 03
g ↓	35 08
STO 4	33 04
2	02
RTN	24
LBL	23
C	13
STO 8	33 08
g ↓	35 08
1	01
-	51
STO 5	33 05
STO 7	33 07
1	01
STO 6	33 06
3	03
RTN	24
LBL	23
D	14
4	04
RTN	24
LBL	23
E	15
g × ↓ y	35 07
f	31
COS	05
gLSTx	35 00

Touche	Code
F	31
SIN	04
↑	41
g ↑	35 09
x	71
gLSTx	35 00
g ↑	35 09
x	71
RTN	24

Touche	Code
--------	------

R1	Δx_1
R2	Δy_1
R3	Δx_2
R4	Δy_2
R5	N1 - 1
R6	i
R7	N1 - 1
R8	N2
R9	

GRILLE DE POINTS : CALCUL DE TOUS LES POINTS

Touche	Code
LBL	23
A	11
RCL 6	34 06
R/S	84
g ↑	35 09
R/S	84
g ↑	35 09
R/S	84
g \times ↑y	35 07
g ↑	35 09
g ↑	35 09
LBL	23
2	02
f	31
TF1	61
GTO	22
1	01
LBL	23
3	03
B	12
RCL 1	34 01
-	51
R/S	84
g \times ↑y	35 07
RCL 2	34 02
-	51
R/S	84
RCL 7	34 07
1	01
-	51
STO 7	33 07
0	00
g \times ≠y	35 21
GTO	22
3	03
f	31
SF1	51
g ↓	35 08
RCL 5	34 05
STO 7	33 07

Touche	Code
LBL	23
4	04
g ↓	35
DSZ	83
GTO	22
5	05
0	00
÷	81
LBL	23
5	05
B	12
RCL 3	34 03
+	61
R/S	84
g \times ↑y	35 07
RCL 4	34 04
+	61
R/S	84
↑	41
↑	41
GTO	22
2	02
LBL	23
1	01
B	12
RCL 1	34 01
+	61
R/S	84
g \times ↑y	35 07
RCL 2	34 02
+	61
R/S	84
RCL 7	34 07
1	01
-	51
STO 7	33 07
0	00
g \times ≠y	35 21
GTO	22
1	01

Touche	Code
f-1	32
SF1	51
g ↓	35 08
RCL 5	34 05
STO 7	33 07
GTO	22
4	04
LBL	23
B	12
g ↓	35 08
g ↓	35 08
g \times ↑y	35 07
RCL 6	34 06
1	01
+	61
STO 6	33 06
R/S	84
g ↓	35 08
RTN	24

R1	
R2	
R3	
R4	
R5	
R6	
R7	
R8	
R9	

CERCLE PASSANT PAR DEUX POINTS (RAYON DONNÉ)

Touche	Code
LBL	23
A	11
STO 2	33 02
g R+	35 08
STO 1	33 01
1	01
RTN	24
LBL	23
B	12
STO 4	33 04
g R+	35 08
STO 3	33 03
2	02
RTN	24
LBL	23
C	13
STO 5	33 05
RCL 3	34 03
RCL 1	34 01
-	51
†	41
x	71
RCL 4	34 04
RCL 2	34 02
-	51
†	41
x	71
+	61
4	04
÷	81
RCL 5	34 05
†	41
x	71
gx†y	35 07
-	51
f	31
\sqrt{x}	09
STO 6	33 06
RCL 1	34 01
RCL 3	34 03

Touche	Code
+	61
2	02
÷	81
STO 7	33 07
RCL 2	34 02
RCL 4	34 04
+	61
2	02
÷	81
STO 8	33 08
RCL 4	34 04
RCL 2	34 02
-	51
RCL 3	34 03
RCL 1	34 01
-	51
÷	81
f^{-1}	32
TAN	06
RCL 6	34 06
f^{-1}	32
R →P	01
STO 2	33 02
g R+	35 08
STO 1	33 01
RCL 7	34 07
+	61
STO 3	33 03
RCL 8	34 08
RCL 2	34 02
-	51
STO 4	33 04
RCL 7	34 07
RCL 1	34 01
-	51
STO 5	33 05
RCL 8	34 08
RCL 2	34 02
+	61
STO 6	33 06

Touche	Code
3	03
RTN	24
LBL	23
D	14
RCL 5	34 05
R/S	84
RCL 6	34 06
RTN	24
LBL	23
E	15
RCL 3	34 03
R/S	84
RCL 4	34 04
RTN	24

R1	x1
R2	y1
R3	x2
R4	y2
R5	R
R6	A
R7	xM
R8	yM
R9	

DÉCOMPOSITION EN QUARTS DE CERCLE

Touche	Code
LBL	23
A	11
STO 2	33 02
g ↓	35 08
STO 1	33 01
RTN	24
LBL	23
B	12
E	15
STO 3	33 03
RCL 7	34 07
STO 8	33 08
RTN	24
LBL	23
C	13
E	15
RCL 3	34 03
-	51
0	00
gx↓y	35 07
gx>y	35 24
3	03
6	06
0	00
-	51
RCL 3	34 03
+	61
STO 4	33 04
RCL 7	34 07
RCL 8	34 08
-	51
g	35
ABS	06
RTN	24
LBL	23
D	14
RCL 3	34 03
9	09
0	00
÷	81

Touche	Code
f	31
INT	83
1	01
-	51
9	09
0	00
x	71
LBL	23
1	01
RCL 4	34 04
gx>y	35 24
0	00
÷	81
g ↓	35 08
STO 5	33 05
RCL 7	34 07
f-1	32
R → P	01
RCL 1	34 01
+	61
R/S	84
gx↓y	35 07
RCL 2	34 02
+	61
R/S	84
RCL 5	34 05
9	09
0	00
-	51
GTO	22
1	01
LBL	23
E	15
RCL 2	34 02
-	51
gx↓y	35 07
RCL 1	34 01
-	51
f	31
R → P	01

Touche	Code
STO 7	33 07
CLX	44
gx↓y	35 07
gx>y	35 24
3	03
6	06
0	00
-	51
RTN	24

R1	x _C
R2	y _C
R3	A
R4	θA
R5	θB
R6	θ
R7	
R8	
R9	

DÉCOMPOSITION EN QUARTS DE CERCLE

Touche	Code
LBL	23
A	11
STO 2	33 02
g ↓	35 08
STO 1	33 01
RTN	24
LBL	23
B	12
E	15
STO 3	33 03
RCL 7	34 07
STO 8	33 08
RTN	24
LBL	23
C	13
E	15
RCL 3	34 03
-	51
↑	41
CLX	44
gx>y	35 24
3	03
6	06
0	00
+	61
RCL 3	34 03
+	61
STO 4	33 04
RCL 7	34 07
RCL 8	34 08
-	51
g	35
ABS	06
RTN	24
LBL	23
D	14
RCL 3	34 03
9	09
0	00
÷	81

Touche	Code
f	31
INT	83
1	01
+	61
9	09
0	00
x	71
LBL	23
1	01
RCL 4	34 04
gx≤y	35 22
0	00
÷	81
g ↓	35 08
STO 5	33 05
RCL 7	34 07
f ⁻¹	32
R → P	01
RCL 1	34 01
+	61
R/S	84
gx≠y	35 07
RCL 2	34 02
+	61
R/S	84
RCL 5	34 05
9	09
0	00
+	61
GTO	22
1	01
LBL	23
E	15
RCL 2	34 02
-	51
gx≠y	35 07
RCL 1	34 01
-	51
f	31
R → P	01

Touche	Code
STO 7	33 07
CLX	44
gx>y	35 24
3	03
6	06
0	00
+	61
RTN	24

R1	x _C
R2	y _C
R3	θA
R4	θB
R5	θ
R6	
R7	R
R8	
R9	

NORMALES À UNE DROITE

Touche	Code
LBL	23
A	11
f	31
TF1	61
GTO	22
2	02
f	31
TAN	06
f ⁻¹	32
TAN	06
LBL	23
3	03
STO 1	33 01
1	01
f ⁻¹	32
R → P	01
STO 3	33 03
g ↓	35 08
CMS	42
STO 2	33 02
1	01
RTN	24
LBL	23
2	02
g ↓	35 09
gx↔y	35 07
g ↓	35 08
gx=y	35 23
GTO	22
1	01
-	51
g ↓	35 08
-	51
g ↑	35 09
÷	81
f ⁻¹	32
TAN	06
f ⁻¹	32
SF1	51
GTO	22

Touche	Code
3	03
LBL	23
1	01
0	09
0	00
STO 1	33 01
1	01
CHS	42
STO 3	33 02
0	00
STO 3	33 03
1	01
RTN	24
LBL	23
B	12
RCL 2	34 02
R/S	84
RCL 3	34 03
RTN	24
LBL	23
C	13
RCL 2	34 02
CHS	42
R/S	84
RCL 3	34 03
CHS	42
RTN	24
LBL	23
D	14
RCL 1	34 01
0	00
gx↔y	35 22
GTO	22
B	12
GTO	22
C	13
LBL	23
E	15
RCL 1	34 01
0	00

Touche	Code
gx y	35 22
GTO	22
C	13
GTO	22
B	12

R1	θ
R2	-Δx
R3	Δy
R4	
R5	
R6	
R7	
R8	
R9	

NORMALES À UN CERCLE

Touche	Code
LBL	23
A	11
STO 2	33 02
g +	35 08
STO 1	33 01
1	01
RTN	24
LBL	23
B	12
RCL 2	34 02
-	51
$gx \rightarrow y$	35 07
RCL 1	34 01
-	51
f	31
R→P	01
CLx	44
LBL	23
C	13
1	01
f-1	32
R→P	01
STO 3	33 03
g+	35 08
STO 4	33 04
2	02
RTN	24
LBL	23
D	14
RCL 3	34 03
R/S	84
RCL 4	34 04
RTN	24
LBL	23
E	15
RCL 3	34 03
CHS	42
R/S	84
RCL 4	34 04
CHS	42

Touche	Code
RTN	24

Touche	Code
--------	------

R1	x_c
R2	y_c
R3	Δx
R4	Δy
R5	
R6	
R7	
R8	
R9	

DÉCALAGE D'UN POINT D'UNE DROITE

Touche	Code
STO 8	33 08
R/S	84
f	31
TF1	61
GTO	22
1	01
STO 3	33 03
g +	35 08
STO 2	33 02
g +	35 08
STO 1	33 01
LBL	23
2	02
RCL 3	34 03
RCL 8	34 08
f-1	32
R→P	01
STO 7	33 07
$g \times \vec{y}$	35 07
CHS	42
STO 6	33 06
R/S	84
LBL	23
1	01
f-1	32
SF1	51
g+	35 09
STO 1	33 01
$g \times \vec{y}$	35 07
g+	35 08
gx=y	35 23
GTO	22
3	03
-	51
g+	35 08
STO 2	33 02
-	51
g+	35 09
÷	81
f-1	32

Touche	Code
TAN	06
STO 3	33 03
GTO	22
2	02
LBL	23
3	03
9	09
0	00
STO 3	33 03
RCL 8	34 08
CHS	42
STO 6	33 06
0	00
STO 7	33 07
R/S	84
LBL	23
B	12
1	01
STO 8	33 08
GTO	22
4	04
LBL	23
C	13
1	01
CHS	42
STO 8	33 08
GTO	23
4	04
RCL 1	34 01
RCL 6	34 06
RCL 8	34 08
x	71
+	61
STO 4	33 04
R/S	84
RCL 2	34 02
RCL 7	34 07
RCL 8	34 08
x	71
+	61

Touche	Code
STO 5	33 05
R/S	84
LBL	23
D	14
RCL 3	34 03
0	00
$g \times \leq y$	35 22
GTO	22
B	12
GTO	22
C	13
LBL	23
E	15
RCL 3	34 03
0	00
$g \times \leq y$	35 22
GTO	22
C	13
GTO	22
B	12

R1	x_1
R2	y_1
R3	θ_1
R4	x
R5	y
R6	$-D \sin \theta_1$
R7	$D \cos \theta_1$
R8	D
R9	

TRAJECTOIRE DÉCALÉE (MIXTE)

Touche	Code
LBL	23
A	11
STO 2	33 02
g +	35 08
STO 1	33 01
RTN	24
LBL	23
B	12
STO 8	33 08
g +	35 08
STO 7	33 07
RTN	24
LBL	23
C	13
f	31
TF1	61
GTO	22
2	02
STO 4	33 04
g +	35 08
STO 3	33 03
RCL 4	34 04
RCL 2	34 02
-	51
RCL 3	34 03
RCL 1	34 01
-	51
f	31
R+P	01
CLx	44
RCL 7	34 07
f ⁻¹	32
R+P	01
STO 6	33 06
g +	35 08
CHS	42
STO 5	33 05
LBL	23
1	01
RCL 5	34 05

Touche	Code
RCL 8	34 08
x	71
RCL 1	34 01
+	61
R/S	84
RCL 6	34 06
RCL 8	34 08
x	71
RCL 2	34 02
+	61
R/S	84
RCL 4	34 04
STO 2	33 02
RCL 3	34 03
STO 1	33 01
GTO	22
1	01
LBL	23
D	14
f	31
SF1	51
STO 4	33 04
g +	35 08
STO 6	33 06
g +	35 08
STO 5	33 05
LBL	23
3	03
RCL 2	34 02
RCL 6	34 06
-	51
RCL 1	34 01
RCL 5	34 05
-	51
f	31
R+P	01
RCL 8	34 08
RCL 4	34 04
x	71
RCL 7	34 07

Touche	Code
x	71
+	61
f ⁻¹	32
R+P	01
RCL 5	34 05
+	61
R/S	84
g×z/y	35 07
RCL 6	34 06
+	61
R/S	84
LBL	23
2	02
STO 2	33 02
g +	35 08
STO 1	33 01
f ⁻¹	32
SF1	51
GTO	22
3	03

R1	
R2	
R3	
R4	
R5	
R6	
R7	
R8	
R9	

CERCLE TANGENT À DEUX CERCLES (RAYON DONNÉ)

Touche	Code
LBL	23
A	11
STO 7	33 07
RTN	24
LBL	23
B	12
RCL 7	34 07
-	51
GTO	22
3	03
LBL	23
C	13
RCL 7	34 07
+	61
LBL	23
3	03
f	31
TF1	61
GTO	22
1	01
f	31
SF1	51
STO 3	33 03
g +	35 08
STO 2	33 02
g +	35 08
STO 1	33 01
RTN	24
LBL	23
1	01
f-1	32
SF1	51
STO 6	33 06
g +	35 08
STO 5	33 05
g +	35 08
STO 4	33 04
RCL 5	34 05
RCL 2	34 02
-	51

Touche	Code
RCL 4	34 04
RCL 1	34 01
-	51
f	31
R → P	01
STO 7	33 07
gx ⁺ y	35 07
STO 8	33 08
gx ⁺ y	35 07
+	41
x	71
RCL 3	34 03
+	41
x	71
+	61
RCL 6	34 06
+	41
x	71
-	51
RCL 7	34 07
2	02
x	71
RCL 3	34 03
x	71
÷	81
f-1	32
COS	05
RCL 8	34 08
gx ⁺ y	35 07
+	61
STO 4	33 04
gLSTx	35 00
RCL 8	34 08
gx ⁺ y	35 07
-	51
STO 5	33 05
0	00
RTN	24
LBL	23
D	14

Touche	Code
RCL 4	34 04
GTO	22
2	02
LBL	23
E	15
RCL 5	34 05
LBL	23
2	02
RCL 3	34 03
f-1	32
R → P	01
RCL 1	34 01
+	61
R/S	84
gx ⁺ y	35 07
RCL 2	34 02
+	61
R/S	84

R1	x1
R2	y1
R3	R'1
R4	x2
R5	$\frac{\theta + \alpha}{2}$
R6	$\theta - \alpha$
R7	R'2
R8	RF
R9	0

CERCLE TANGENT À DROITE-CERCLE (RAYON DONNÉ)

Touche	Code
LBL	23
A	11
STO 8	33 08
RTN	24
LBL	23
B	12
RCL 8	34 08
GTO	22
1	01
LBL	23
C	13
RCL 8	34 08
CHS	42
LBL	23
1	01
$gx\uparrow y$	35 07
STO 3	33 03
$gx\uparrow y$	35 07
f^{-1}	32
R + P	01
$gx\uparrow y$	35 07
g ↓	35 08
+	61
STO 2	33 02
g ↓	35 08
$gx\uparrow y$	35 07
-	51
STO 1	33 01
RTN	24
LBL	23
D	14
RCL 8	34 08
+	61
GTO	22
2	02
LBL	23
E	15
RCL 8	34 08
-	51
LBL	23

Touche	Code
2	02
STO 6	33 06
g ↓	35 08
STO 5	33 05
g ↓	35 08
STO 4	33 04
RCL 5	34 05
RCL 2	34 02
-	51
RCL 4	34 04
RCL 1	34 01
-	51
f	31
R + P	01
STO 7	33 07
CLX	44
RCL 3	34 03
-	51
f	31
COS	05
RCL 7	34 07
x	71
↑	41
↑	41
x	71
RCL 7	34 07
f^{-1}	32
\sqrt{x}	09
RCL 6	34 06
f^{-1}	32
\sqrt{x}	09
-	51
-	51
f	31
\sqrt{x}	09
STO 7	33 07
$gx\uparrow y$	35 07
+	61
glstx	35 00
RCL 7	34 07

Touche	Code
-	51
LBL	23
3	03
RCL 3	34 03
$gx\uparrow y$	35 07
f^{-1}	32
R + P	01
RCL 1	34 01
+	61
STO 4	33 04
R/S	84
$gx\uparrow y$	35 07
RCL 2	34 02
+	61
STO 5	33 05
R/S	84
g ↓	35 08
CLx	44
GTO	22
3	03

R1	x'd
R2	y'd
R3	θd
R4	$\frac{x}{x}$ c
R5	$\frac{y}{y}$ c
R6	$\frac{y}{R}$ '
R7	D
R8	Rd
R9	



172 points de vente dans 65 pays assurent le service après-vente

Hewlett-Packard France :

Siège social : Quartier de Courtabœuf, boîte postale n° 6, 91401 Orsay, tél. (1) 907 78 25

Agence de Lille : 201, rue Colbert, 59000 Lille, tél. (20) 51 44 14

Agence de Lyon : Chemin des Mouilles, boîte postale n° 12, 69130 Ecully, tél. (78) 33 81 25

Agence de Marseille : Aéroport principal de Marseille-Marignane, 13721 Marignane, tél. (91) 89 12 36

Agence de Rennes : 63, avenue de Rochester, 35000 Rennes, tél. (99) 36 33 21

Agence de Strasbourg : 74, allée de la Robertsau, 67000 Strasbourg, tél. (88) 35 23 20/21

Agence de Toulouse : Zone Aéronautique, avenue Clément-Ader, boîte postale n° 61, 31770 Colomiers, tél. (61) 78 11 55

Pour la Belgique : Hewlett-Packard Benelux S.A., 1, avenue du Col-Vert, B-1170 Bruxelles, tél. (02/03) 672 22 40

Pour la Suisse romande : Hewlett-Packard (Schweiz) AG, 9, chemin Louis-Pictet, 1214 Vernier-Genève, tél. (022) 41 49 57

Pour les pays du bassin méditerranéen, Afrique du Nord et Moyen-Orient :

35, Kolokotroni Street – Platia Kefallariou, GR-Kifissia-Athènes, Grèce, tél. 80 80 337/359/429 et 80 18 693

Pour l'Autriche/Pour les pays socialistes et l'URSS :

Hewlett-Packard Ges.m.b.H., Handelskai 52/53, boîte postale n° 7, A-1205 Vienne, Autriche, tél. (0222) 33 66 06 à 09

Pour le Canada : Hewlett-Packard Canada, 275 Hymus Boulevard, Pointe-Claire, Québec H9R 1G7, tél. (514) 697-4232

Direction pour l'Europe : Hewlett-Packard S.A., 7, rue du Bois-du-Lan, boîte postale n° 349, CH-1217 Meyrin 1-Genève, Suisse, tél. (022) 41 54 00